

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUPLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : Aquaculture

*Etude de la structure des populations phytoplanctoniques
dans la baie d'Alger (juillet 2013).*

Présenté par :

- **Mr. AIS Mustapha.**

Soutenu le 30/10/2014 devant la commission de jury :

Mme. LOUANCHI	Professeur (ENSSMAL)	Présidente
Mme. ILLOUL	Maitre de conférences (ENSSMAL)	Examinatrice
Mr. BOUDJENAH	Attaché de recherche (CNRDPA)	Examineur
Mme. AIT AMEUR	Maitre de conférences (ENSSMAL)	Promotrice

Promotion 2013/2014

Remerciement

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je souhaite remercier en premier lieu ***Mme Ait Aneur.N***, pour tout le soutien, l'aide, l'orientation. Je suis également reconnaissant pour le temps conséquent qu'elle m'a accordé, ses qualités pédagogiques et scientifiques, sa franchise et sa sympathie. J'ai beaucoup appris à ses côtés et je lui adresse ma gratitude pour tout cela.

Je voudrais exprimer mes remerciements ainsi que ma profonde gratitude à ***Mme Louanchi.F***, qui nous a fait un immense plaisir et un grand honneur de présider ce jury.

Je suis honoré aussi de compter parmi les membres de jury, comme examinateurs Madame ***Illoul*** et Monsieur ***Boudjnah***, je les remercie pour avoir acceptés d'examiner mon travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur ***Boudjnah***, pour son aide, ses encouragements et pour sa générosité et la grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges académiques et professionnelles, et à ***Melle Mokrane.Z***, pour leur aide.

Nous remercions tout le personnel de laboratoire de Sidi Fredj, en particulier Monsieur et Madame ***Boudjelal*** et Mme ***Bamoune***.

Un remerciement particulier à ***Zerrouki.M*** et ***Mekki.A***, pour leur aide et leur disponibilité.

A mes parents

A mes frères

A mes amis

A ma future femme

Sommaire

Introduction	12
Chapitre I : Généralités	
I-1-Généralités sur la mer Méditerranée.....	15
I-2-Généralités sur phytoplancton.....	15
I-2-1-Définition.....	15
I-2-2-Organisation du phytoplancton.....	15
I-2-3-Ecologie du phytoplancton.....	17
I-2-4-Le phytoplancton dans la chaîne alimentaire.....	18
I-3- Impacts des facteurs physico-chimiques sur le phytoplancton.....	19
I-3-1- La Température.....	19
I-3-2- La salinité.....	19
I-3-3- Le potentiel d'Hydrogène (pH)	20
I-3-4- Les Nitrates (NO ₃).....	20
I-3-5- Le Phosphore.....	20
I-4- Problème d'eutrophisation en milieu côtier.....	21
I-4-1- Indicateur et critère d'évaluation de l'eutrophisation	21
I-5- Algues phytoplanctoniques toxique.....	21
Chapitre II: Présentation de la zone d'étude	
II-1- description géographique et présentation du site.....	24
II-2- Réseaux hydrographique	25
II-2-1. Oued El Harrach.....	25
II-2-2. Oued El Hamiz.....	25
II-3- Facteurs hydrodynamiques.....	26
II-3-1- La houle.....	26

Chapitre III : Matériel et méthodes

III-1-Techniques d'études du Phytoplancton.....	28
III-1-1- Échantillonnage.....	28
III-1-2- Fixation.....	30
III-1-3- Sédimentation des échantillons.....	30
III-1-4- Analyse de l'échantillon.....	30
III-2- distribution spatiale des populations phytoplanctoniques.....	31
-Richesse spécifique.....	31
-Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J')	32
-Indice de Simpson.....	33
-Diagramme rangs-fréquences.....	33
III-3- Analyse quantitative.....	34

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV-1- Variation de quelques paramètres physico-chimiques dans la baie d'Alger.....	36
IV-1-1- Température, pH, salinité	36
IV-1-2- Sels nutritifs.....	37
IV-1-3- Rapport Nitrates-phosphates	38
IV-2- Etude qualitative des populations phytoplanctoniques.....	39
IV-2-1 La composition taxonomique.....	29
IV-3- distribution spatiale des populations phytoplanctoniques.....	45
IV-3-1- Variation des densités cellulaires par station.....	45
IV-3-2- L'abondance relative.....	46
IV-3-3- Variation spatiale de la richesse spécifique	51

IV-3-4- Analyse de la diversité spécifique	51
IV-4- Espèces potentiellement nocives rencontrées.....	55
Conclusion	58
Bibliographie.....	60
Annexes	
Résumé	

Liste des Figures

Figure 1: Schéma récapitulant les différentes étapes de la chaîne alimentaire.

Figure 2: Situation géographique de la baie d'Alger. (In Bachari, 2009).

Figure 3: Localisation des stations de prélèvement dans la Baie d'Alger (google earth 2012).

Figure 4: bouteille de Niskin (ifremer).

Figure 5: a) cuve de sédimentation, b) Chambre de sédimentation.

Figure 6: Microscope inversé Zeiss IM 35.

Figure 7: Schéma montrant les stades de succession écologique, (d'après Frontier, 1976).

Figure 8: Diagramme de corrélation Nitrates-Phosphates dans la baie d'Alger en juillet 2013.

Figure 9: Distribution des densités cellulaires totales (cell/l) des populations phytoplanctoniques sur toutes les stations.

Figure 10: L'abondance des groupes phytoplanctoniques au niveau des différentes stations.

Figure 11: la densité cellulaire des différents genres des dinoflagellés dans chaque station.

Figure 12: la densité cellulaire des différents genres des diatomées dans chaque station.

Figure 13 : Evaluation de la richesse spécifique au niveau des différentes stations.

Figure 14: Evaluation de la richesse spécifique (Diatomées-Dinoflagellés) au niveau des différentes stations.

Figure 18: Diagrammes rangs-Fréquences de toutes les stations.

Liste des Tableaux

Tableau 1: Coordonnées géographiques des stations réalisées ainsi que leurs profondeurs maximales.

Tableau 2: Variation de la température, le pH et la salinité dans les différentes stations.

Tableau 3: Variations et dates des prélèvements des sels nutritifs.

Tableau 4: Variations des indices de Shannon (H') et de Simpson (L) et espèces dominantes en pourcentage, dans les différentes stations.

Liste des Planches

PLANCHE 1 : Espèces de dinoflagellés identifiées et observées au microscope optique au grossissement 40X.

PLANCHE 2 : Espèces de diatomées identifiées et observées au microscope optique au grossissement 40X.

PLANCHE 3 : Espèces des chlorophycées identifiées et observées au microscope optique au grossissement 40X.

Introduction

C'est dans l'effort que l'on trouve la satisfaction et non dans la réussite
Mohandas Karamchand Gandhi

Le phytoplancton est constitué de l'ensemble des micro-organismes végétaux en suspension dans l'eau, capable d'élaborer par photosynthèse leur propre substance organique, à partir de l'énergie solaire, de l'eau, du dioxyde de carbone (CO₂) et des sels nutritifs. Le rôle joué par le phytoplancton dans le fonctionnement des écosystèmes côtiers marins est essentiel ; en effet, les écosystèmes côtiers présentent des spécificités hydrodynamiques et biologiques propres : ils sont soumis à la fois aux influences océanique et aux apports continentaux. Bien qu'elles ne représentent que 8% de la surface des océans, les zones côtières jouent un rôle important dans la production biologique océanique. En effet, elles fournissent environ 25 à 50% du carbone organique marin, et sont soumises à une forte pression anthropique, 80% des ressources vivants mondiales y étant exploitées (Hoch, 1998).

La connaissance de la composition taxonomique des communautés phytoplanctoniques est nécessaire pour le suivi de la productivité d'un milieu. Aussi, c'est à travers la compréhension des mécanismes, qui favorisent les successions des populations phytoplanctoniques que l'on peut estimer les capacités productives des milieux étudiés (Cloutier, 1984).

La baie d'Alger, notre zone d'étude, est caractérisée par l'enrichissement quotidien en sels nutritifs et en matière organique des différents rejets (urbains, agricoles et industriels) qui peuvent engendrer l'eutrophisation du milieu marin, cette dernière menace les milieux côtiers, par une perte de la biodiversité et des changements dramatiques dans la structure des écosystèmes aquatiques, avec l'apparition de certaines espèces phytoplanctoniques nuisibles ou toxiques.

Notre présent travail s'inscrit dans le cadre d'un programme international: MERMEX« Marine Ecosystems Response in the Mediterranean Experiment » qui fait partie de MISTRALS« Mediterranean Integrated Studies at Regional And Local Scales »qui est un métaprogramme international de recherches et d'observations interdisciplinaires et systématiques dédié à la compréhension du fonctionnement environnemental du bassin Méditerranéen sous la pression du changement global pour en prévoir l'évolution future.

L'objectif du présent travail est de déterminer la structure des populations phytoplanctoniques de six stations dans la baie d'Alger en juillet 2013 en fonction des paramètres du milieu, une évaluation quantitative et qualitative est faite afin d'explorer la diversité de la communauté phytoplanctonique,

En complément à cette étude biologique, nous avons effectué une analyse structurale par le calcul des indices de diversité (Shannon et Simpson), et Diagrammes Rang-Fréquence, afin de déterminer le degré d'organisation et de maturité du peuplement phytoplanctonique. D'autre part nous avons aussi fait l'inventaire des espèces nuisibles ou toxiques observés.

Le document est organisé en quatre chapitres

Le **Chapitre I** est consacré aux généralités nous parlerons du phytoplancton (Organisation du phytoplancton, écologie, diversité spécifique,.....), et Impacts des facteurs physico-chimiques sur le phytoplancton, l'eutrophisation (Indicateurs et critères) et Algues phytoplanctoniques toxique.

Le **Chapitre II** est réservé à la présentation de la zone d'étude, les caractéristiques hydrologiques et la position géographique des stations.

Le **chapitre III**, matériel et méthodes, décrit les protocoles utilisés pour identifier et quantifier le phytoplancton.

Le **chapitre IV**, résultats et discussion, regroupe les interprétations des résultats obtenus.

Enfin une conclusion générale clôture ce travail.

Généralités

« Un problème sans solution est un problème mal posé »
Albert Einstein

I-1-Généralités sur la mer Méditerranée

La mer Méditerranée constitue un site d'étude privilégié du fait de ses dimensions et de sa morphologie. Elle est comparable à un mini-océan qui répond plus rapidement aux changements environnementaux pouvant, ainsi, servir dans une certaine mesure, à prévoir l'évolution des systèmes océaniques (Crise *et al.*, 1999). Cette dernière représente 1% de l'océan mondial, avec une superficie de $2,5.10^6$ Km² et un volume de $3,7.10^6$ Km³, et une profondeur moyenne de 1500 m. Elle est connectée, au Sud-Est, à la mer Rouge par le canal de Suez, au Nord-Est, à la mer de Marmara par le détroit des Dardanelles et à la mer Noire par le détroit du Bosphore, et au Sud-Ouest, à l'Océan Atlantique par le détroit de Gibraltar (Rossi, 2008).

I-2-Généralités sur phytoplancton

I-2-1-Définition

Le plancton vient du grec ancien *plagktos* signifiant errant, se définit par "l'ensemble des organismes pélagiques susceptibles d'être entraînés par le déplacement des eaux" (Bougis, 1974).

Le phytoplancton représente la partie végétale du plancton regroupant principalement les organismes chlorophylliens (Alvain, 2005). Les organismes planctoniques peuvent être regroupés selon leurs tailles, leurs natures, les caractéristiques biologiques de leurs cycles de développement, leur répartition verticale sur la colonne d'eau et/ou le type de l'environnement qu'ils peuplent. La principale source d'acquisition de l'énergie s'effectue par photosynthèse. La chlorophylle a, un des pigments chlorophylliens, est le pigment majoritaire impliqué dans ce processus. Le phytoplancton se situe le plus souvent dans la couche supérieure éclairée des masses d'eau, dite zone euphotique.

I-2-2-Organisation du phytoplancton

Le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytotologique : les procaryotes et les eucaryotes (Prescott et al., 2003). A ce jour, huit principales classes différenciées selon des critères morphologiques, cytotologiques, biochimiques et reproductifs ont été recensées dans les milieux aquatiques (Rolland, 2009) :

1. Les **cyanobactéries**, organismes procaryotes, regroupant plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles (Bourrelly, 1985) ;
2. Les **chlorophycées** forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les

- Ulothricophycées, les Zygothricées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (John, 1994) ;
3. Les **xanthophycées** regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles (Ettl, 1978) ;
 4. Les chrysophycées sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique (Wetzel *et al.*, 2001) ;
 5. Les **diatomées** (Bacillariophycées) engloberaient plus de 100 000 espèces et on estime que près de 15 000 ont été identifiées à ce jour (Germain, 1981) ;
 6. Les **cryptophycées** sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire (Kugrens et Clay, 2003) ;
 7. Les **dinoflagellés** regroupent environ 300 espèces et sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles (Bourelly, 1985) ;
 8. Les **euglènes** sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires (Carty, 2003).
 9. les **coccolithophoridés** forment une classe composée d'individus qui ont la particularité d'être ornements par une structure complexe d'éléments calcaires appelés coccolites, ces flagellées calcaires sont extrêmement abondants dans les eaux tempérées froides et chaudes (Sournia, 1990, in Hebada et Megdoud, 2005).

D'après les travaux de Rossi (2008), le phytoplancton est représenté essentiellement par les principales classes suivantes :

- Les Bacillariophycées (ou Diatomées) ont un exosquelette composé de pectine et de silicium appelé frustule. Pour lutter contre la sédimentation, les cellules sont souvent munies d'extensions qui leur permettent d'accroître leur surface, augmentant ainsi le phénomène de frottement. De plus, la formation de colonies peut contribuer à la diminution de la vitesse de sédimentation, notamment pour des espèces formant des chaînes spiralées (Peperzak et al., 2003) ;
- Les Dinophycées ou Dinoflagellés sont composés d'une paroi, qui peut être nue ou recouverte de plaques cellulodiques. La majorité des espèces possèdent 2 flagelles, qui leur permettent de se maintenir dans la couche supérieure de la colonne d'eau ;
- les coccolithophoridés qui forment une classe composée d'individus qui ont la particularité d'être ornements par une structure complexe d'éléments calcaires appelés coccolites. La

forme sphérique adoptée par plusieurs espèces ainsi que la présence de flagelles constituent leur stratégie de flottaison.

I-2-3-Ecologie du phytoplancton

Le phytoplancton tient la place de producteur primaire dans le réseau trophique. Il produit le carbone indispensable aux niveaux trophiques supérieurs grâce à la photosynthèse, mécanisme qui, sous l'effet de l'énergie lumineuse, permet la production de glucides et la libération d'oxygène à partir d'eau et de dioxyde de carbone. Il évolue de façon saisonnière aussi bien en milieu lacustre (Amblard, 1987) qu'en milieu marin (Margalef, 1958). Ce qui a pour conséquence de structurer le réseau trophique, les niveaux trophiques supérieurs dépendant directement ou indirectement de cette saisonnalité (Rossi, 2008).

Dans les écosystèmes océaniques hauturiers, généralement oligotrophes, les efflorescences phytoplanctoniques sont observées au printemps, lorsque les conditions sont favorables à la formation d'une couche de mélange. Ceci permet au phytoplancton de se maintenir dans les eaux de surface, riches en nutriments d'une part, et où la disponibilité en énergie lumineuse est importante d'autre part. En milieu côtier, les apports terrigènes permettent le maintien des concentrations élevées en sels nutritifs dans le milieu et plusieurs blooms successifs peuvent être observés. La dynamique du phytoplancton est ainsi plus complexe en domaine côtier, plusieurs facteurs pouvant agir sur la croissance de sa biomasse (Gailhard, 2003).

En Méditerranée, la succession saisonnière phytoplanctonique s'articule en trois stades (Margalef, 1958):

- **Stade 1** : A la fin de l'hiver, la colonne d'eau se mélange du fait du refroidissement de l'eau de surface qui devient alors plus dense que celle du fond, permettant la remise à disposition des nutriments dans la couche de surface. Un développement phytoplanctonique important a lieu, avec un pic principal de densité en février et des pics secondaires en novembre-décembre et mars-avril. Les espèces de petite taille (rapport surface/volume ~ 1) capables de se multiplier rapidement (stratégie r) sont favorisées. Les Bacillariophycées prédominent ce stade. Les espèces présentes appartiennent aux genres *Chaetoceros*, *Thalassiothrix*, *Thalassionema* et *Asterionella*. La diversité est globalement faible ;
- **Stade 2** : Il est caractérisé par la présence de Bacillariophycées de tailles plus importantes (rapport surface/volume $\sim 0,5$) et l'apparition en proportions non

négligeables de Dinophycées. Les taux de croissance ainsi que les densités de populations sont plus faibles qu'au stade 1. La diversité atteint généralement son maximum à ce stade ;

- **Stade 3** : La masse d'eau devient pauvre en nutriments. Les Dinoflagellés augmentent, favorisés par leur taux de croissance faible et leur capacité à se diriger dans la masse d'eau grâce à leurs flagelles. De plus, certaines Dinophycées sont capables d'hétérotrophie, ce qui leur permet de survivre lorsque les nutriments deviennent vraiment insuffisants. Ce troisième stade a notamment lieu l'été, lors de la stratification de la masse d'eau. Les genres *Ceratium*, *Peridinium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gonyaulax* et *Prorocentrum* sont prépondérants lors de ce troisième stade. La diversité est inférieure à celle du stade 2 mais reste néanmoins supérieure à celle du stade 1. Même, si globalement cette évolution saisonnière se retrouve dans l'ensemble de la Méditerranée, à savoir une floraison printanière et une floraison automnale, des nuances apparaissent selon les sites d'étude.

I-2-4-Le phytoplancton dans la chaîne alimentaire

Le phytoplancton représente le premier maillon de la chaîne alimentaire dans les océans (Figure 1). Cela signifie qu'il est brouté par le zooplancton herbivore, lui-même consommé par le zooplancton carnivore, et ainsi de suite jusqu'aux échelons trophiques supérieurs. Le contrôle de la biomasse phytoplanctonique s'effectue donc à deux niveaux :

➤ *Contrôle en amont* : disponibilité des éléments indispensables à la croissance du phytoplancton à savoir lumière, CO₂, et les nutriments.

➤ *Contrôle en aval* (par le niveau trophique supérieur) : broutage par le zooplancton. Dans la couche euphotique, le CO₂ est toujours présent à cause de la proximité de la surface, où les échanges entre le CO₂ océanique dissous et CO₂ atmosphérique s'effectuent librement. (Pourriot, 1995).

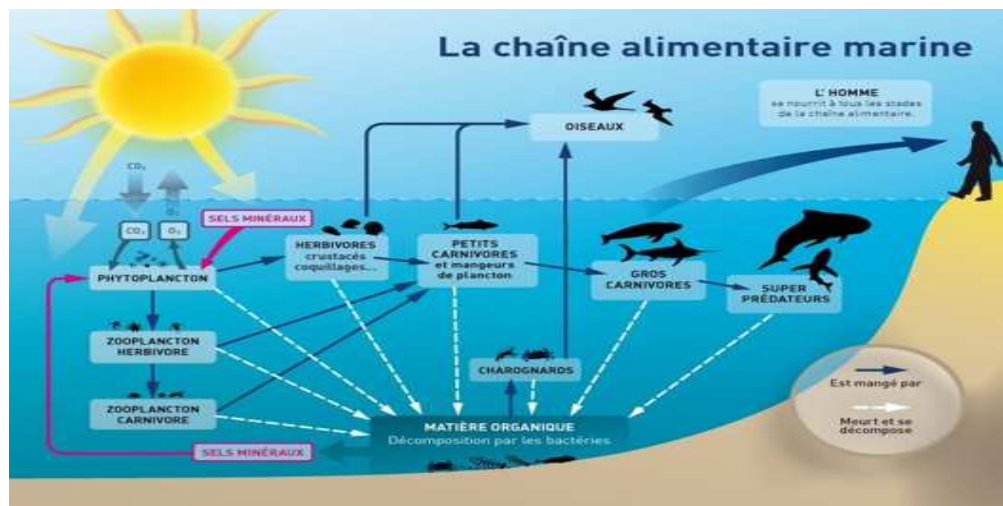


Figure 1 : Schéma récapitulant les différentes étapes de la chaîne alimentaire (www.plancton-du-monde.org/module-formation/ou_vit_le_plancton)

I-3- Impacts des facteurs physico-chimiques sur le phytoplancton

Les études sur le contrôle des processus biologiques par le forçage physique sont fondamentales, pour mieux comprendre la variabilité temporelle et spatiale des communautés phytoplanctoniques. Le mélange, la température et les disponibilités en lumière et nutriments, fluctuent sur des échelles de temps différentes et peuvent influencer la dynamique du phytoplancton. Des modifications des communautés ont été observées sur des échelles de temps allant de quelques milliers d'années (Finkel et al., 2004) à quelques jours (Sommer et al., 1986).

I-3-1- La Température

Elle joue un rôle essentiel et permet de définir les zones biogéographiques (Collignon, 1991). La température des océans est directement liée aux échanges thermiques entre les masses d'eaux océaniques et l'environnement (Levitus, 2001 ; Levitus et al., 2005). Ce facteur important du métabolisme, de la physiologie des organismes marins végétaux joue un rôle, non moins, important sur les variations de la viscosité du milieu, donc sur le mouvement des masses d'eau et le comportement du plancton ; il a un comportement saisonnier étroitement lié à celui du milieu environnant.

I-3-2- La salinité

La salinité représente la quantité de sels dissous dans l'eau de mer (Giacomini et al., 1984). Elle est définie conventionnellement comme la masse en grammes des composées solides secs à poids constant à 480°C, obtenue à partir de 1Kg d'eau mer (Rodier, 1996).

La Méditerranée est une mer très salée, car l'évaporation y est intense et les apports d'eau douce sont peu importants, la salinité entraîne une modification de la densité. En effet, plus une eau est salée, plus elle est dense. La salinité superficielle, dans ses grandes lignes, suit la même évolution que la température ; elle est, aussi, soumise aux variations liées aux conditions atmosphériques et aux apports d'eau douce.

I-3-3- Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre important dans l'étude des milieux aquatiques (Khatabi, 2002). Il est par définition, une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une solution aqueuse: $pH = -\log [H^+]$ (Henery et Beaudry, 1992). L'eau de mer est faiblement alcaline (basique), son pH moyen est de 8,2 avec des variations entre 7 et 8,4, il est principalement fixé par la présence des carbonates (Aminot et Chaussepied, 1983).

I-3-4- Les Nitrates (NO_3)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. Les eaux de surface ne contiennent pas plus de 10mg/l de nitrates (Potelon et al., 1998).

L'intérêt des nitrates réside, non seulement, dans leur rôle d'indicateur de pollution, mais aussi, et surtout dans leur rôle de fertilisant des eaux puisque, c'est essentiellement, sous cette forme que les plantes assimilent l'azote associé aux phosphates. Les nitrates favorisent la croissance, parfois exagérée, de la flore aquatique microscopique et macroscopique, ce qui peut ensuite entraîner une baisse de la teneur en oxygène dissous (Beaudry et Henry, 1992)

I-3-5- Le Phosphore

D'après Dussart (1966), le phosphore est le métalloïde le plus nécessaire à la vie aquatique, le moins abondant en général et celui qui se présente sous la forme la plus simple, celle d'orthophosphate. Le phosphore est essentiel pour la croissance cellulaire, en intervenant dans de nombreuses réactions cellulaires, tels que : le transfert d'énergie, la biosynthèse des acides nucléiques, etc... En ce qui concerne la production phytoplanctique, la forme préférée pour les microalgues, c'est l'orthophosphates (PO_4^{2-}). Bien que la biomasse algale contienne moins de 1% de P, c'est souvent l'élément le plus limitant pour la production primaire. Ceci s'explique par son association facile à d'autres ions (Fe , CO_3^{2-} par exemple) et se traduit par sa précipitation, qui le rend inutilisable par les algues. En Méditerranée, le phosphore est l'élément le plus souvent limitant (Krom et al., 1991 ; Rossi, 2008).

I-4- Problème d'eutrophisation en milieu côtier

L'eutrophisation est un phénomène caractérisé par un déséquilibre écologique avec un enrichissement des eaux en éléments minéraux et matière organique, essentiellement de l'azote et du phosphore d'origine anthropique. Elle désigne à la fois les causes et les conséquences de la fertilisation du milieu (Lacaze., 1996).

Dans la couche de surface, les conditions de la photosynthèse sont réunies, ceci va induire une forte augmentation de la production organique, avec des efflorescences et des proliférations micros et macro algales, (Jacques et Tréguer., 1986).

Ensuite la décomposition et la dégradation ultérieure de cette matière organique dans la couche sous jacente provoque une diminution, voire un épuisement total des réserves en oxygène dissous. Cette anoxie va modifier les conditions chimiques du milieu, causant ainsi la mort de certains organismes et/ou le développement d'espèces opportunistes parfois indésirables.

I-4-1- Indicateur et critère d'évaluation de l'eutrophisation

Le niveau de l'eutrophisation peut être évalué à partir des paramètres suivants :

- ✓ La production primaire mesurée en g de C/m²/jour.
- ✓ La teneur en chlorophylle.
- ✓ Les paramètres physico-chimiques, la turbidité.
- ✓ Les concentrations en oxygène dissous.
- ✓ La concentration en substances nutritives.

I-4-1- Algues phytoplanctoniques toxique

Les algues phytoplanctoniques toxiques sont présentes dans tous les milieux maritimes du monde. En méditerranée leur existence est connue depuis longtemps et impose une vigilance constante des organismes gestionnaires appuyés par des laboratoires de recherche. Les dinoflagellés des genres *Alexandrium* et *Dinophysis* sont responsables d'efflorescences toxiques qui contaminent les coquillages filtreurs qui s'en nourrissent et qui peuvent entraîner des conséquences sur la santé des consommateurs.

Alexandrium : L'ingestion de coquillages hautement contaminés par ce dinoflagellé peut engendrer l'apparition de symptômes de type PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) chez le consommateur, se manifestant par des paralysies neuromusculaires (Barré., 2004).

Dinophysis : ce dinoflagellé est déjà responsable de plusieurs blooms toxiques de type DSP (Diarrheic Shellfish Poisoning, intoxication diarrhéique par les mollusques) sur la lagune de Salses-Leucate en Languedoc-Roussillon (Barré., 2004).

Bien que les espèces des genres *Alexandrium* et *Dinophysis* donnent les efflorescences toxiques les plus problématiques, il n'en reste pas moins que d'autres espèces potentiellement toxiques pour la consommation humaine (par exemple, le genre *Pseudo nitzschia*) ou pour la faune pourraient faire leur apparition dans les zones de pêche et sont à surveiller de près.

De même, *Prorocentrum minimum*, espèce responsable d'une mortalité de poissons dans l'étang de Berre (PACA) en 1987, a été observée sur la côte espagnole et reste potentiellement une menace pour la mer méditerranéenne (Barré., 2004).

Zone d'étude

Aller à l'idéal, mais comprendre le réel
Jean Jaurès

II- Présentation de la zone d'étude:

II-1- description géographique et présentation du site

La baie d'Alger se situe au cœur du littoral algérois, elle s'inscrit en creux dans la plaine de la Mitidja, caractérisée par sa forme semi circulaire, délimitée au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par la pointe Pescade ($3^{\circ}00'E$) et le cap Matifou ($3^{\circ}18'E$) à l'est (figure 2). S'y jettent les oueds El Hamiz et El Harrach qui drainent les eaux usées domestiques et industrielles, les eaux de ruissellement et d'irrigation des zones de la Mitidja qu'ils traversent.

La ville d'Alger est très urbanisée et la majorité des unités sont concentrées dans les zones industrielles, le port d'Alger, Rouiba et Réghaia. Cette zone est principalement contaminée par différentes sources de pollution et soumise à plusieurs types de rejets urbains, industriels et pétroliers.

Les eaux usées urbaines de la ville d'Alger, des villes côtières et des unités industrielles sont drainées vers le port ou la baie d'Alger sans traitement : 70 points de rejet dont 26 directs dans le port d'Alger.

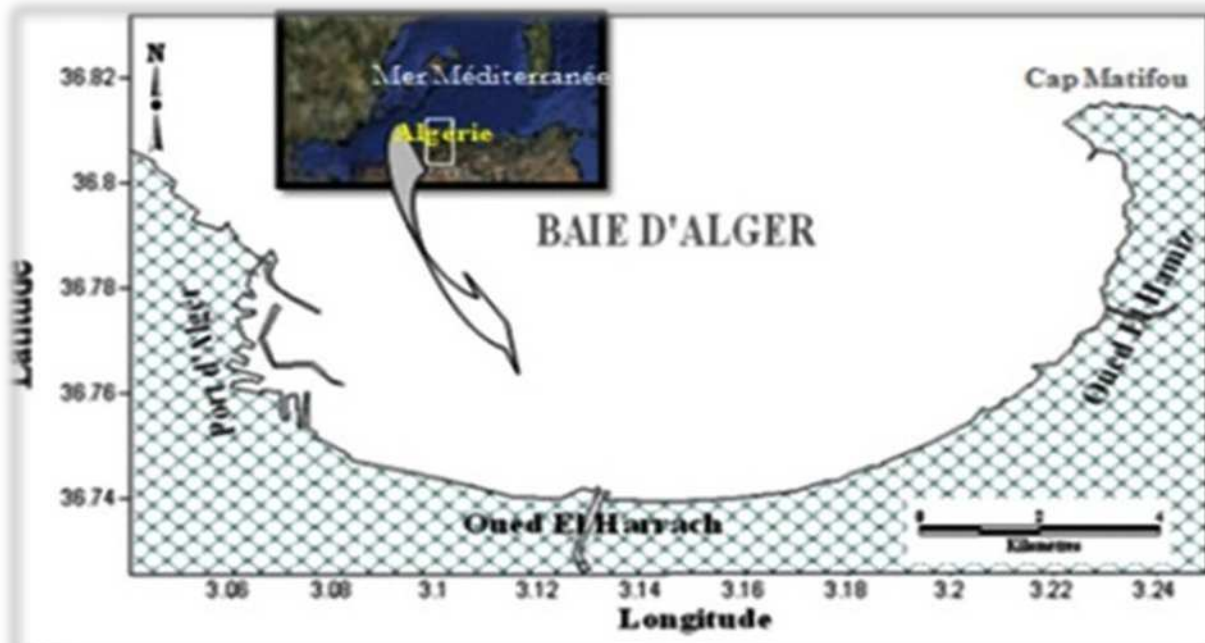


Figure 2 : Situation géographique de la baie d'Alger. (In Bachari, 2009)

II-2- Réseaux hydrographique :

La baie d'Alger est alimentée par deux principaux cours d'eau ; Oued El Harrach et Oued El Hamiz. Ces cours d'eau prennent leur source dans l'Atlas Blidéen et passent par la plaine de la Mitidja avant de déboucher en mer. Le régime hydrographique de ces oueds se caractérise par un long étiage de 6 mois et des crues observées surtout en hiver et plus rarement au printemps.

II-2-1- Oued El Harrach :

Il se déverse dans le centre de la baie. Il coule pendant la majeure partie de l'année, Son bassin versant couvre une superficie de 970 km², son débit en période de pluie est de 1000 m³/seconde. C'est un bassin d'accès difficile caractérisé par de forts dénivelés, une végétation peu dense et une pluviométrie importante. A ces facteurs d'érosion, s'ajoute le caractère torrentiel de l'oued, qui entraîne une forte érosion et des apports importants en alluvions (LEM, 1998).

II -2-2- Oued El Hamiz :

Il se déverse à l'Est de la baie près du cap Matifou. La superficie du bassin versant est de 160 km².

Leurs principaux affluents :

- ✓ Oued Segia (oued Bouira).
- ✓ Oued Barek (dévié artificiellement dans l'oued El Hamiz).

Son débit est régularisé par un barrage, son embouchure est mal aménagée et les rejets affectent directement la surface de la mer.

Parmi les zones urbanisées et /ou industrialisées, nous pouvons citer entre autres :

- ✓ Hussein Dey : Zone principalement soumise aux rejets urbains et à l'influence des activités portuaires.
- ✓ El Harrach : Son bassin versant couvre une superficie 970 km, son débit en période de pluie est de 1000 m³/seconde. C'est un bassin difficile d'accès caractérisé par de fortes dénivelées, une végétation peu dense et une pluviométrie importante. A ces facteurs d'érosion s'ajoute le caractère torrentiel de l'oued, qui accentue une forte érosion et un alluvionnement important (LEM, 1998).

Le bilan des écoulements moyens annuels est de 5.4 m³/s. Ce dernier reçoit tous les rejets urbains, industriels et agricoles, qui influent sur la qualité physico-chimique et microbiologique du milieu marin de la baie d'Alger, ainsi il provoque la rupture de l'équilibre du milieu naturel.

- ✓ Bordj El Kiffan : Située à une dizaine de kilomètre à l'est d'Alger, ce secteur connaît un développement industriel et urbain qui l'expose à une pollution assez accentuée selon le sens du courant est ou ouest par l'influence des oueds El-Harrach et El- Hamiz.
- ✓ El Hamiz : se situe à l'est de la baie près du cap Matifou. La superficie du bassin versant est de 160 km², son embouchure se situe près du cap Matifou. La présence du barrage El Hamiz en amont réduit considérablement les apports solides venant en mer (LEM, 1998); le débit est régulé par un barrage. L'activité industrielle y est réduite. Il présente une charge polluante peu importante.

II-3- Facteurs hydrodynamiques

II-3-1- La houle

D'après Leclaire (1972), le régime saisonnier se caractérise par deux directions privilégiées :

En hiver : Les houles prédominantes sont W.N.W (pour plus de 80 %) avec une période moyenne de 8 à 9 secondes. Des périodes pouvant atteindre parfois 13 secondes ont été relevées lors des grandes tempêtes.

En été : La houle de direction N.N.E. se caractérise par une période moyenne plus faible de 6 à 7 secondes et des amplitudes moins élevées de 0.5 à 1 m. 50 % de ces houles ont une période de 6 à 9 secondes et n'atteignent que très rarement 3 m d'amplitude.

*Matériels et
méthodes*

Un plein effort est une pleine victoire

Gandhi

III-1- Techniques d'études du Phytoplancton

- **Méthode de sédimentation d'Utermöhl**

La technique d'Utermöhl est la méthode de référence pour déterminer quantitativement la flore planctonique et reste à ce jour, la plus utilisée par le monde dans le monitoring phytoplanctonique.

III-1-1- Échantillonnage

Les prélèvements d'eau ont été effectués par Mr ZEROUKI mohamed au cours de l'été (Juillet 2013) (voir tableau 02), dans le cadre de son travail du magister option (environnement), la figure 3 représente la localisation des prélèvements effectués dans la baie d'Alger. Les prélèvements sont effectués à l'aide d'une bouteille NSKIN de 5 l de capacité à une profondeur de 1 m (figure 4).

Le tableau 2 décrit les Coordonnées géographiques des stations réalisées ainsi que leurs profondeurs maximales. La profondeur de prélèvement est 1 mètre.

N°station	latitude	longitude	Sondeur (m)	Date de prélèvement
01	36°48'43.84"N	3°12'2.78"E	7,5	26/07/2013
02	36°46'55.37"N	3°13'31.41"E	22,5	/
03	36°46'49.84"N	3°12'40.96"E	38	/
04	36°45'22.76"N	3° 9'15.48"E	50	19/07/2013
05	36°46'33.57"N	3° 9'49.19"E	50	/
06	36°45'4.12"N	3° 8'3.03"E	11	26/07/2013



Figure 3 : Localisation des stations de prélèvement dans la Baie d’Alger (google earth 2014)



Figure 4: bouteille de Niskin (ifremer).

III-1-2- Fixation

La fixation des échantillons a été réalisée immédiatement après leur prélèvement par Mr ZEROUKI mohamed, avec une solution de lugol. Les échantillons sont ensuite transportés au laboratoire où ils sont conservés à l'abri de la lumière, afin d'éviter la décoloration et la détérioration de cellules (Culverhouse et al., 2003).

III-1-3- Sédimentation des échantillons

La méthode consiste à agiter Chaque flacon très lentement (environ 50 fois) afin d'homogénéiser l'échantillon et de décoller toutes les cellules adhérant éventuellement aux parois et au fond. 50 ml sont mis à sédimenter dans des chambres de sédimentation combinées (figure 5).

On laisse les particules sédimenter vers le fond plus d'une journée (24-48h), afin qu'elles puissent être analysées dans un même plan focal au microscope inverse.

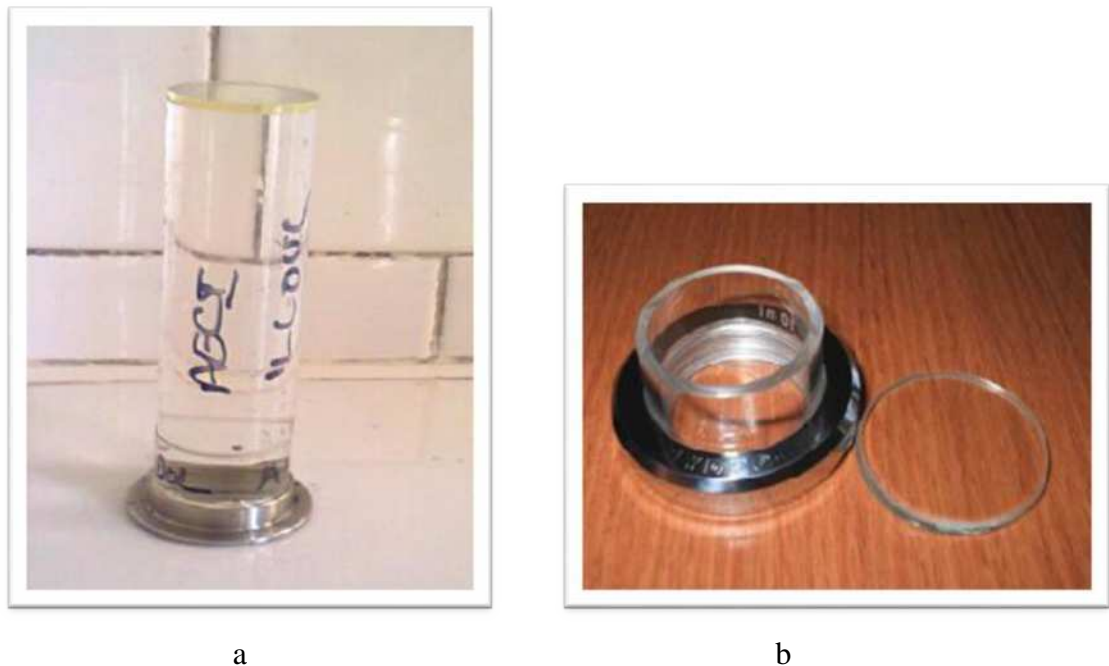


Figure 5: a) cuve de sédimentation, b) Chambre de sédimentation.

III-1-4- Analyse de l'échantillon

Après le temps de sédimentation, nous avons déterminé et compté les organismes au moyen d'un microscope inversé de type Zeiss IM 35 (Figure 6). L'identification est faite au grossissement X40, les individus identifiés sont classés par espèces.

Le comptage des cellules phytoplanctoniques a été fait sur l'ensemble de la cuve. Les résultats obtenus sont rendus en nombre de cellule par litre.

Enfin, la détermination des espèces phytoplanctoniques a été faite en utilisant les ouvrages suivantes : Boni et al. (2002), Tregouboff G., Rose M.(1978a), Tregouboff G., Rose M.(1978b), Botes, L., 2003.



Figure 6 : Microscope inversé Zeiss IM 35.

III-2- distribution spatiale des populations phytoplanctoniques

Les résultats bruts d'énumérations ne permettent pas de comprendre la structure des communautés phytoplanctoniques, pour cette raison nous avons utilisé plusieurs paramètres pour évaluer cette structure tels que :

➤ **Richesse spécifique**

C'est le nombre total des diverses catégories taxonomiques aux quelles appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage. Elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site. Un grand nombre

d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. Toutefois, cette méthode dépend de la taille des échantillons et ne considère pas l'abondance relative des différentes espèces (Ngansoumana, 2006).

➤ **Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J')**

L'indice de diversité de Shannon H' est une mesure de diversité spécifique couramment employée, en relation avec les fréquences relatives des différentes espèces de l'échantillon. La valeur de l'indice varie de 0 quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce (ou une espèce dominante) et augmente à mesure que s'accroît le nombre d'espèces. Pour un nombre donné d'espèces, à $\log S$ quand toutes les espèces sont également représentées dans l'échantillon. Il est sensible aux variations d'importance des espèces les plus rares. (Grall et Coïc, 2006) (In Boudjenah, 2012).

Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i \quad \text{-----} \quad 1$$

Où :

p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$;

S = nombre total d'espèces;

n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon;

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

L'indice d'équitabilité de Pielou J' , accompagne souvent l'indice de Shannon. Il permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces. Compris entre 0 (dominance d'une des espèces) et 1, les individus sont équi-répartis dans les espèces lorsque sa valeur est égale à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

$$J' = H'/H'_{max} \quad \text{-----} \quad 2$$

Avec :

$H'_{max} = \log S$ (S = nombre total d'espèces).

Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat. Leur valeur est relativement basse dans les eaux de transition comme les lagunes, deltas ou estuaires, même lorsqu'ils ne sont pas perturbés. Il reste ainsi, difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu, à moins de déterminer au préalable des valeurs seuils pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée, ainsi que l'ont proposé Simboura et Zenetos (2002). (In Boudjenah, 2012).

➤ **Indice de Simpson**

L'indice de Simpson permet de mesurer la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Il est calculé à partir des effectifs spécifiques, sa valeur maximale tend vers l'unité 1 lorsqu'il y a un petit nombre d'espèces, et vers 0 (zéro) lorsqu'il y a un grand nombre d'espèces. Il se calcul par :

$$L = \frac{\sum [n_i(n_i - 1)]}{[N(N - 1)]} \quad \text{—————} \quad 3$$

Où :

n_i = nombre d'individus dans l'espèce i ;

N = nombre total d'individus.

➤ **Diagramme rangs-fréquences**

Le degré d'organisation de la communauté dans l'écosystème peut être caractérisé par des Diagrammes Rangs-Fréquences (DRF). Ceux-ci permettent de représenter la structure d'un peuplement et d'en distinguer, au cours de son évolution, les différentes phases d'une succession écologique (Frontier, 1969 ; 1976). De tels diagrammes sont obtenus par présentation en coordonnées logarithmiques de la fréquence relative et du rang classé par ordre décroissant de chaque espèce. La fréquence relative est calculée à partir des effectifs spécifiques. Sachant qu'un peuplement peut se trouver à trois stades de maturité (Figure 7) (Frontier, 1976):

1. **Stade 1** dit « pionnier » ou « début de succession », faiblement diversifié. La courbe montre une allure concave vers le haut dans sa partie gauche, indiquant une

prédominance d'un très petit nombre d'espèces. La courbe subit une inflexion et devient convexe dans sa partie droite ;

2. **Stade 2** de début de maturité du système, diversité maximale. La courbe devient entièrement convexe, se rapprochant de la distribution en bâton brisé ;
3. **Stade 3** dit « climacique » ou « fin de succession » avec diminution de la diversité. La courbe devient sensiblement rectiligne par augmentation des espèces les plus abondantes du peuplement précédent. On peut observer une flexure vers le bas dans la partie gauche avec la disparition de quelques espèces de derniers rangs. Un peuplement stressé par une pollution ou par un facteur abiotique très contraignant sera au stade 1, rarement au stade 2 alors qu'un peuplement stable sera au stade 3.

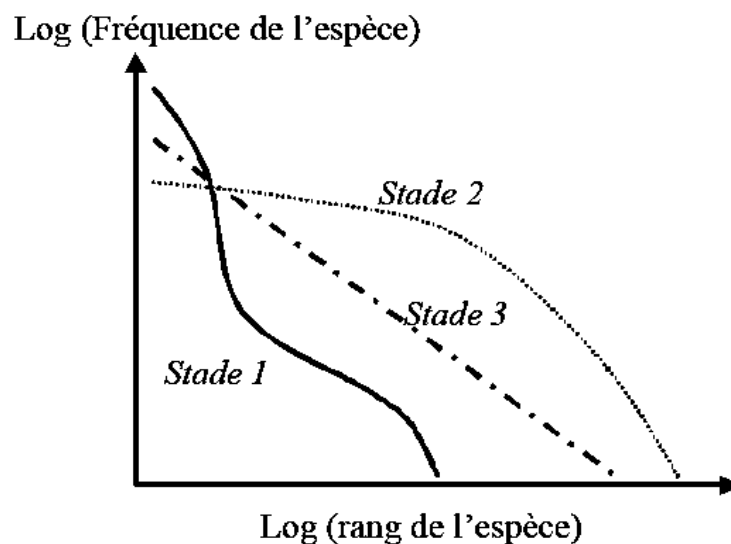


Figure 7: Schéma montrant les stades de succession écologique, (d'après Frontier, 1976).

III-3- Analyse quantitative

- **Abondance** (Nombre d'individus d'une espèce)

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité (Hurlbert, 1971). La méthode de comptage d'Utermohl (1958) a été utilisée pour le dénombrement des espèces. (In Boudjenah, 2012)

*Résultats et
discussion*

IV-1- Variation de quelques paramètres physico-chimiques dans la baie d'Alger

IV-1-1- température, pH, salinité

Le tableau suivant montre la variation de la température, le pH et la salinité dans les eaux de surface. En effet La température est l'un des plus importants paramètres physiques du milieu marin. Elle influe, sur de nombreux êtres vivants présents aux différentes profondeurs (Giacomini et al., 1984), dans ce cas, en remarque que les températures ont des valeurs saisonnières qui varient entre 22.5 °C et 26.7 °C au niveau des différentes stations. Concernant le pH qui est un paramètre important dans l'étude des milieux aquatiques (Khatabi, 2002), nous avons enregistré des valeurs qui varient entre 8.03 et 8.23 au niveau des six stations, nous avons remarqué que la valeur du pH est maximale au niveau de la station 01, mais ces variations ne représentent aucune exception et restent normales pour le pH de l'eau de mer qui est de 8,2 en moyenne. Au niveau des six stations la salinité varie entre 34,6 au niveau de la station 06 et 37.4 dans la station 04 cette variation peut être considérée comme normale pour des eaux côtières sujetes a de fort apports d'eau douce par les oueds et les eaux usées.

Au niveau des stations 03 et 04 (où on a remarqué le minimum de température 23°C, et minimum de Ph 8,05) on remarque une augmentation de la salinité, ce qui coupe le flux d'eau douce de l'oued El Harrach et de l'oued El Hamiz, cela nous permet de supposer l'existence d'une résurgence côtière.

station	température	pH	salinité	date de prélèvement
01	26,7	8,23	35,3	26/07/2013
02	26,4	8,18	36	/
03	22,7	8,05	37,1	/
04	24,6	8,09	37,4	19/07/2013
05	22,5	8,03	36,9	/
06	26,2	8,19	34,6	26/07/2013

Tableau 2: variation de la température, le pH et la salinité dans les différentes stations

IV-1-2- Sels nutritifs : le tableau suivant représente les variations et les dates des prélèvements des sels nutritifs.

station	Nitrates	Phosphate	silicates	date de prélèvement
01	1,30	0,26	5,58	26/07/2013
02	0,87	0,06	3,18	/
03	1,05	0,10	3,14	/
04	0,83	1,14	2,97	19/07/2013
05	1,85	0,05	3,11	/
06	1,63	1,14	3,57	26/07/2013

IV-1-2-1- Nitrates

Au niveau de la baie d'Alger, les concentrations des nitrates varient entre 0,83 et 1,85 $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de $1,26 \pm 0,41 \mu\text{mol/l}$. Ces concentrations semblent être élevées par rapport à celles de Zerrouki en Avril 2011 qui a trouvé une moyenne de $0,12 \pm 0,07 \mu\text{mol/l}$. La valeur la plus importante est mesurée au niveau de la station 5 avec 1,85 $\mu\text{mol/l}$, et la plus basse de 0,83 au niveau de la station 4.

IV-1-2-2- Phosphate

Dans cette étude, Les concentrations en phosphates sont comprises entre 0,05 et 1,14 $\mu\text{mol/l}$, avec une moyenne de $0,3 \pm 0,41 \mu\text{mol/l}$. Ces concentrations semblent être plus faibles que celles obtenues par Zerrouki en Avril 2011 qui a trouvé une moyenne de $0,4 \pm 0,06 \mu\text{mol/l}$, et même remarque si on compare nos résultats avec ceux en Mars 2009 par Taoudiat ($0,37 \pm 0,22 \mu\text{mol/l}$). Le maximum est observé au niveau de la station 6 en face de l'oued El Harrach qui peut s'expliquer par les rejets urbains chargés en détergents évacués et déversés par ce dernier dans le milieu marin.

IV-1-2-3- Les silicates

Les teneurs en silicates sont comprises entre 3,11 $\mu\text{mol/l}$ et 5,58 $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de $3,59 \pm 0,99 \mu\text{mol/l}$. Le maximum des concentrations est observée au niveau de la station 1 avec une valeur de 5,58 $\mu\text{mol/l}$. Cette station est située hors de la baie d'Alger.

Les concentrations des silicates observées par Zerrouki en Avril 2011 au niveau de la baie d'Alger sont faibles par rapport à celles observées sur nos échantillons.

IV-1-2- Rapport Nitrates-phosphates

La corrélation entre les nitrates et les phosphates (figure 11) donne un $R^2 = 0,478$. Cette distribution semble montrer qu'il n'y a aucune dépendance entre les deux paramètres. Au niveau de la baie d'Alger, l'influence continentale et la multiplicité des sources de pollution d'origines et d'importances différentes (le port d'Alger, l'oued El Harrach, l'oued El Hamiz, rejets urbains et industrielles...) peut être la cause de la non linéarité de la distribution des nitrates en fonction des phosphates.

Cette distribution nous donne un rapport N/P de (0,69), qui est largement plus faible que celui de Redfield et al. (1963). En 1989 Eddalia montre que ce rapport dans la baie d'Alger est de (N/P=1,6). Ce rapport a diminué encore (0,496) dans les observations de Taoudiat (2009). Cette diminution du rapport N/P peut être expliquée par l'augmentation des teneurs en phosphates due aux détergents présents dans les eaux usées.

En comparant le rapport N/P au niveau de la baie d'Alger (0,692) avec celui de la méditerranée (22 dans le bassin ouest et 24 à l'Est) et avec celui du Golf de Lion(5),(Ait Ameer.,2007). On constate que notre rapport est très faible. Cela peut être expliqué par une augmentation des Phosphates et/ou une diminution des nitrates.

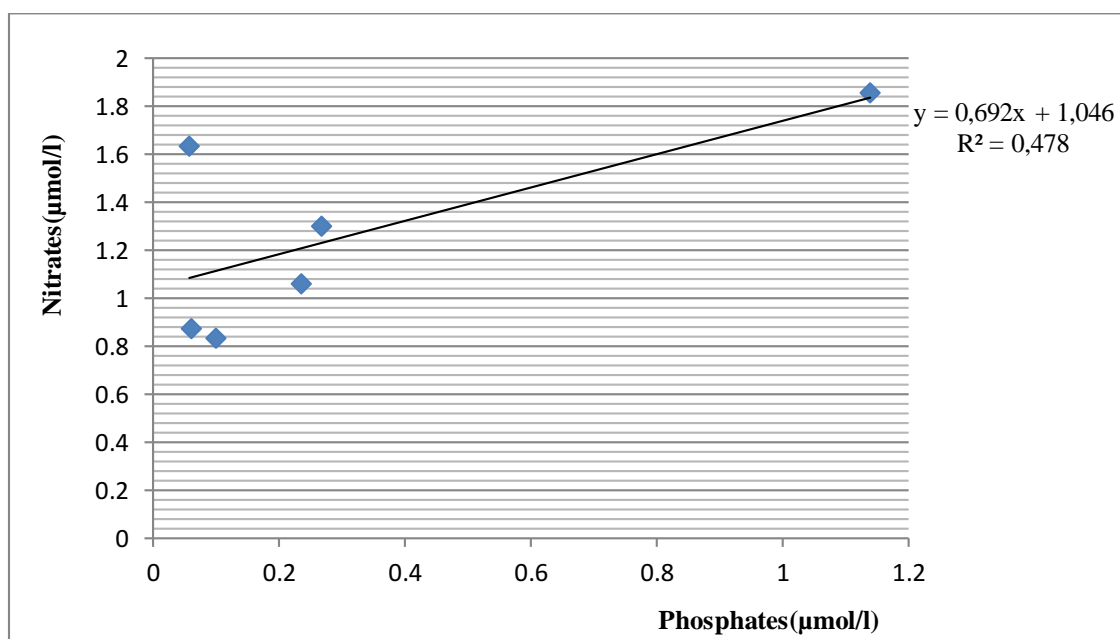


Figure 11: Diagramme de corrélation Nitrates-Phosphates dans la baie d'Alger en juillet 2013.

IV-2- Etude qualitative des populations phytoplanctoniques

La communauté phytoplanctonique de la baie d’Alger se caractérise, par la prépondérance de trois principaux groupes floristiques : les Diatomées, les Dinoflagellés et les Coccolithophoridés. Les trois groupes sont présents dans toutes les stations mais avec des proportions différentes.

IV-2-1 La composition taxonomique

Au cours de ce travail 23 genres ont été répertoriés regroupant quatre groupes phytoplanctonique : Diatomées, Dinoflagellés, Coccolithophoridés et les chlorophycées.

Sur le plan spécifique les Dinoflagellés détiennent le premier rang avec 13 genres, soit plus de 65.73% de la communauté phytoplanctonique. Suivi par les Diatomées avec 08 genres soit une proportion de 22.5 % puis les Coccolithophoridés avec 10.2 % et en dernier les chlorophycées avec une proportion de 1.83%.

➤ **Dinoflagellés :**

Présentent une variété extraordinaire aussi bien au point de vue de leur morphologie externe et interne que de leur mode de vie (Trégouboff et Rose, 1957, In Madi, 2009) (Planche 1).

Dans ce groupe, nous avons pu identifier 13 genres (tableau 3) :

Stations	Genres	Espèces
01	Protoperidinium	<i>Protoperidinium depressum</i>
	Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
		<i>Prorocentrum sp</i>
	Pyrocystis	<i>pyrocystis sp</i>
	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
02	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
		<i>Peridinium excentricum</i>
	Gyrodinium	<i>Gyrodinium sp</i>
	Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
	Dinophisys sp	<i>Dinophisys sp</i>
	Ceratium furca	<i>Ceratium furca</i>
	Protoperidinium	<i>Protoperidinium sp</i>

		<i>Protoperidinium diabolium</i>
		<i>Protoperidinium steinii</i>
03	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
	Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
	Dinophysis	<i>Dinophysis sp</i>
	Scrippsiella	<i>Scrippsiella trochoidea</i>
	Lingulodinium	<i>Lingulodinium sp</i>
04	Dinophysis	<i>Dinophysis sp</i>
	Phalacroma	<i>Phalacroma sp</i>
	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
	Prorocentrum	<i>Prorocentrum sp</i>
		<i>Prorocentrum micans</i>
	Protoperidinium	<i>Protoperidinium sp</i>
Ceratium sp	<i>Ceratium sp</i>	
05	Alexandrium	<i>Alexandrium sp</i>
	Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
		<i>Prorocentrum sp</i>
	Protoperidinium	<i>Protoperidinium pyriforme</i>
	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
	Lingulodinium	<i>Lingulodinium polyedra</i>
		<i>Lingulodinium sp</i>
	Ceratium furca	<i>Ceratium furca</i>
phalacroma	<i>phalacroma sp</i>	
06	Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
	Alexandrium	<i>Alexandrium sp</i>
	protoperidinium	<i>Protoperidinium steinii</i>
		<i>Protoperidinium cerasus</i>
	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
	Ceratium	<i>Ceratium sp</i>
	Dinophisys	<i>Dinophisys sp</i>
	Gonyaulax	<i>Gonyaulax sp</i>
	Diplopsalis	<i>Diplopsalis lenticula</i>

➤ **Les Diatomées :**

Elles sont des petites algues unicellulaires siliceuses. De forme et structure très diverses, elles sont extrêmement nombreuses et comprennent plusieurs milliers d'espèces. En effet, nous avons arrivées à identifier 8 genres (Voir planche 2) :

Stations	Genres	Especes
01	Navicula	<i>Navicula sp</i>
	Chaetoceros	<i>Chaetoceros sp</i>
	Pseudo-nitzschia	<i>Pseudo-nitzschia sp</i>
02	Licmophora	<i>Licmophora sp</i>
	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
	biddulphia	<i>biddulphia sp</i>
	Navicula sp	<i>Navicula sp</i>
03	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
	Thalassiosira	<i>Thalassiosira sp</i>
	Licmophora	<i>Licmophora sp</i>
	Navicula	<i>Navicula Sp</i>
	Pseudo-nitzschia	<i>Pseudo-nitzschia sp</i>
	Biddulphia sp	<i>Biddulphia sp</i>
04	Licmophora	<i>Licmophora sp</i>
	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
	Navicula	<i>Navicula sp</i>
05	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
	chaetoceros	<i>chaetoceros sp</i>
	Thalassiosira	<i>Thalassiosira sp</i>
06	Navicula	<i>Navicula sp</i>
	Chaetoceros	<i>Chaetoceros sp</i>
	Rhizossolenia	<i>Rhizossolenia sp</i>
	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
	thalassiosira	<i>Thalassiosira sp</i>

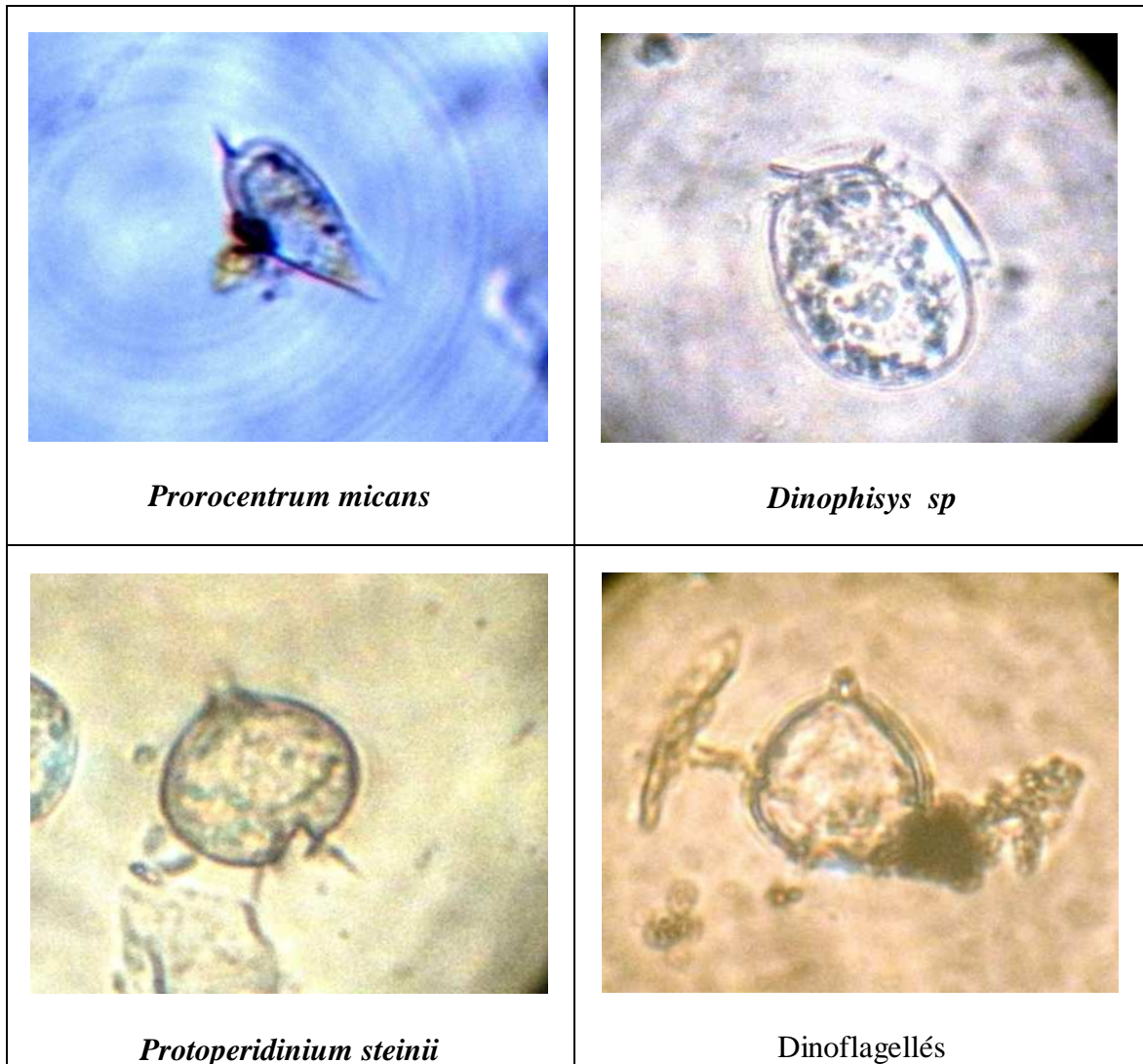
➤ **Les Coccolithophoridés**

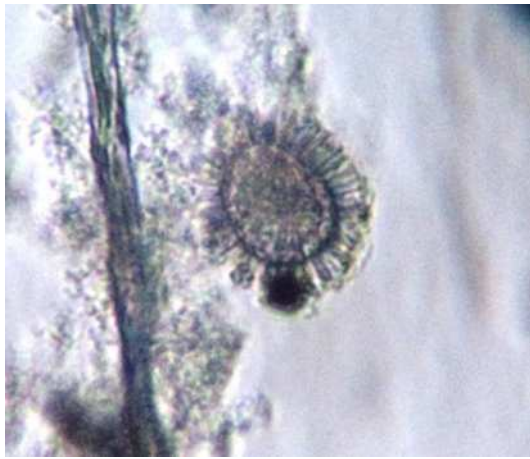
Ces flagellées calcaires sont extrêmement abondants dans les eaux tempérées froides et chaudes (Sournia, 1990, in Hebada et Megdoud, 2005). Ce groupe est recensé dans les eaux méditerranéennes (Tregouboff et Rose, 1957). Lors de notre étude, nous n'avons pas pu arriver jusqu'à le genre de ce groupe.

➤ **Les Chlorophycées**

Dans ce groupe nous avons arrivées à identifier deux genres (Voir planche 3).

PLANCHE 1 : Espèces de dinoflagellés identifiées et observées au microscope optique au objectif 40X





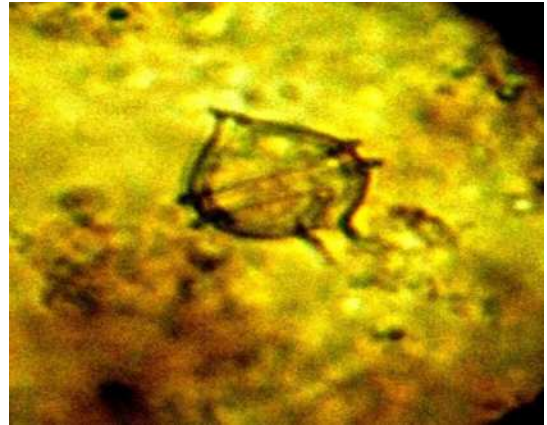
Kyste Dinoflagellés



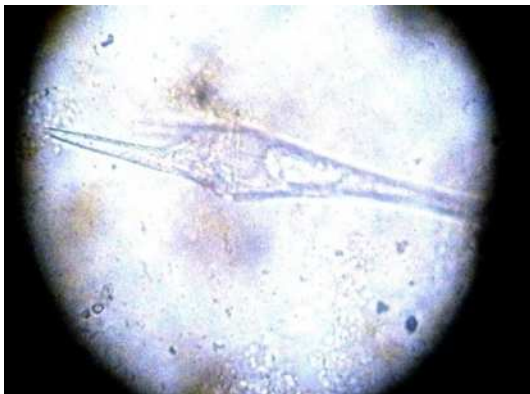
Prorocentrum sp



Protoperidinium cerasus



Protoperidinium pyriforme



Ceratium furca

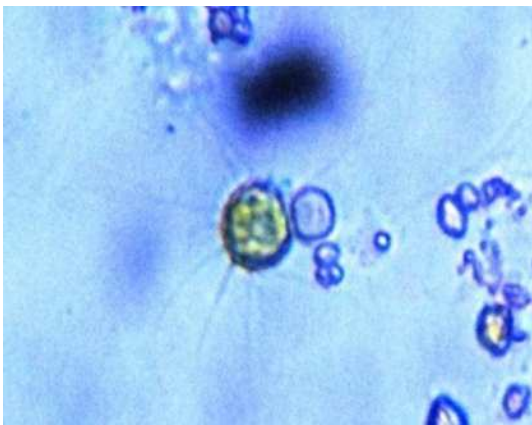
PLANCHE 2 : Espèces de diatomées identifiées et observées au microscope optique au objectif 40X



Navicula sp



pyrocystis sp



biddulphia sp

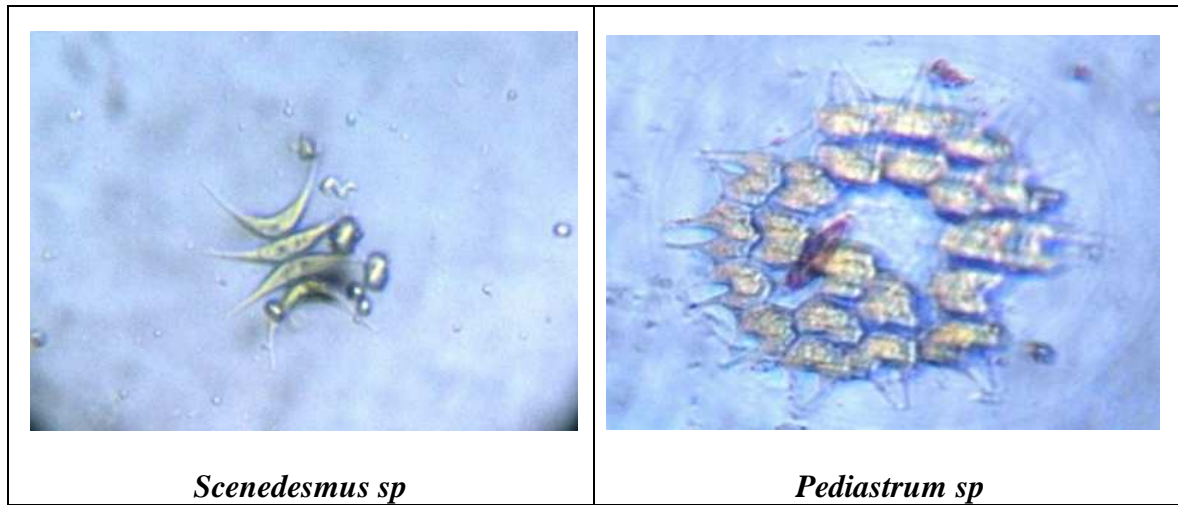


Navicula sp



Licmophora sp

PLANCHE 3 : Espèces des chlorophycées identifiées et observées au microscope optique au objectif 40X



IV-3- distribution spatiale des populations phytoplanctoniques

IV-3-1- Variation des densités cellulaires par station

La figure suivante représente la distribution des densités cellulaires totales de chaque échantillon. Ce procédé est réalisé en même temps que l'identification des cellules phytoplanctoniques. Le but de cette opération est de déterminer la densité cellulaire totale de chaque échantillon, en comptant le nombre de cellules totale, et en intégrant le volume d'échantillon sédimenté.

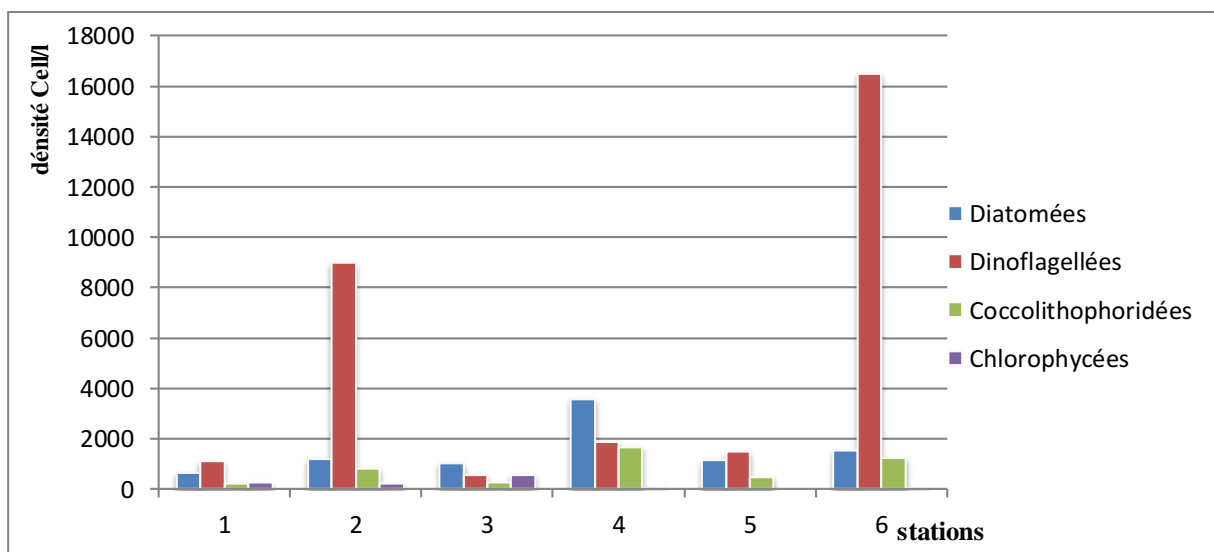


Figure 12: Distribution des densités cellulaires totales (cell/l) des populations phytoplanctoniques sur toutes les stations.

L'étude quantitative des cellules phytoplanctoniques au niveau des stations d'étude montre une densité cellulaire totale variable d'une station à une autre, de (2240 Cell/l à 19280 Cell/l). Dans l'ensemble, nous avons remarqué une dominance des dinoflagellés par rapport aux diatomées, cette dominance est plus visible au niveau des stations 02 et 06. Il est important de rappeler que ces deux stations se situent à proximité immédiate de deux oueds à savoir : oued El Harrach et oued El Hamiz donc dans la zone estuarienne peu profonde et très riche en sel nutritif qui favorise un développement phytoplanctonique rapide.

Pour les autres stations qui se situent plus au large, les stations 04,03 présentent une dominance relative des diatomées, alors que les stations qui se situent en mer ouverte 01 et 05 nous avons une codominance entre les dinoflagellés et les diatomées.

En effet, pour les stations 2 et 6 on peut parler de richesse avec une possible pollution qui favoriserait un développement des dinoflagellés

Pour les autres stations nous avons une dominance des diatomées ou une codominance ce qui correspond aux résultats des zones profondes et moins riche en sel nutritifs.

En effet, Smayda et Reynolds (2001) signalent une prédominance des deux groupes diatomées et dinoflagellés en Méditerranée. Cependant, il est à signaler que la prédominance des dinoflagellés par rapport aux diatomées en Méditerranée a été observé par d'autres auteurs tels que : Kimor (1983); Margalef, (1985); Halim (1990).

IV-3-2- L'abondance relative

La figure suivante représente l'abondance des diatomées, dinoflagellés et coccolithoforidés, durant toute la période d'étude, une bonne production phytoplanctonique a été observée avec des pics enregistrés, sachant que les groupes les plus importants sont les dinoflagellés au niveau des stations 02 et 06 et cela par les pourcentages suivants 80% de dinoflagellés par rapport à 12% diatomées et 86% dinoflagellés de par rapport à 08% diatomées ceci est probablement dû à un bloom de dinoflagellés.

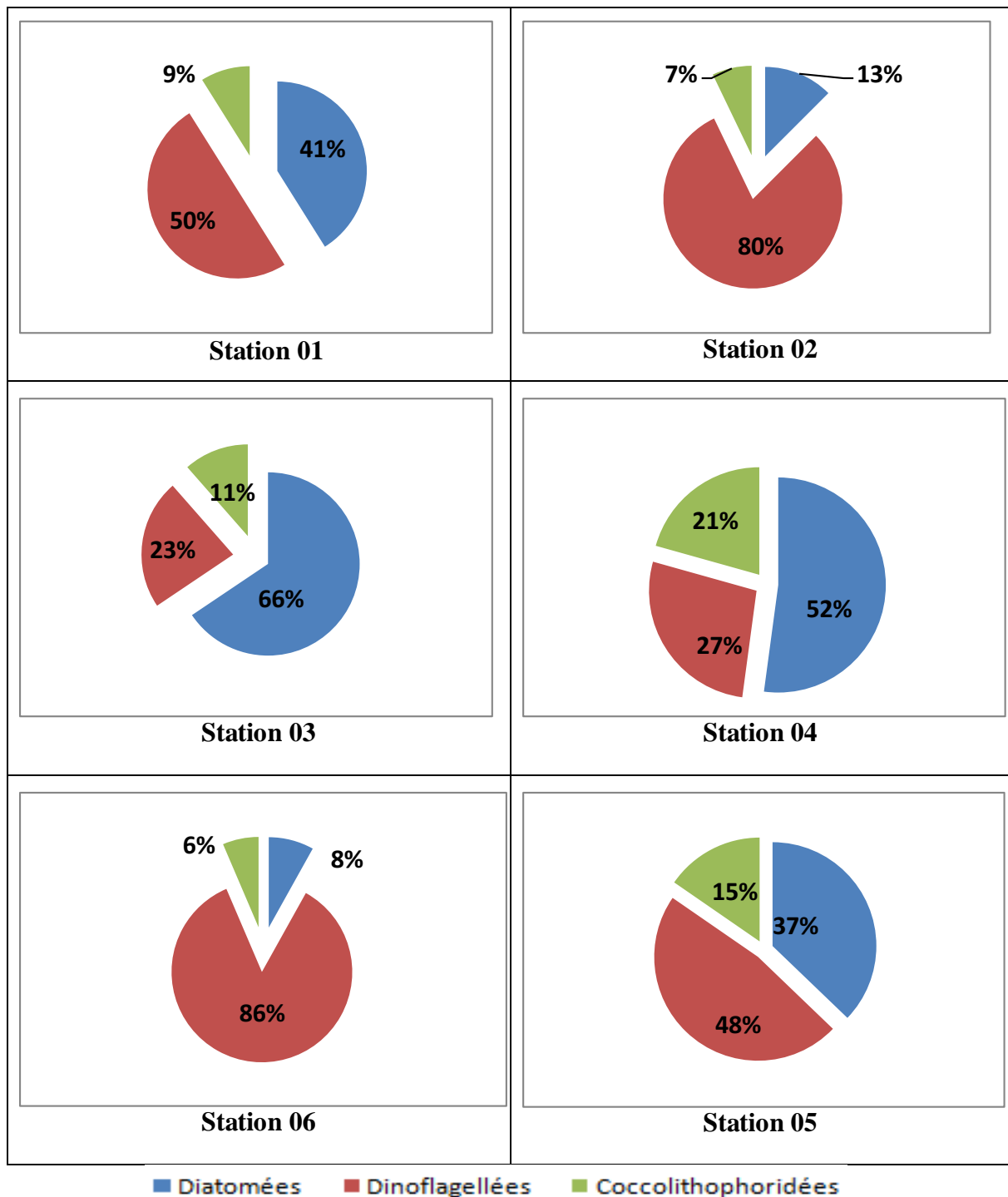


Figure 13: L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau des différentes stations

A- Densité cellulaire des genres de dinoflagellés par station

On remarque une dominance relative du genre *Protoperdinium* pour la stations 03,et *Scrippsiella*, pour la station 04, qui se situent plus au large, avec une température de 23°, et un pH qui variée de (8.05 à 8.09), et une salinité plus au moins stable 37,3.

On dénombre beaucoup plus *Prorocentrum* dans la station 01, qui se situent hors de la baie d'Alger. *Prorocentrum micans* une espece toxique se produire dans des zones soumises à des rejets industriels et urbains (Nezan et al., 1997). *Peridinium* pour la station 02, et *Alexandrium* dans la station 06, Il est important de rappeler que ces deux stations se situent à proximité immédiate de deux oueds à savoir : Oued El Harrach et Oued El Hamiz, ou la température est élevée 26°, et un pH de 8,19. Ceci peut être expliqué par l'augmentation des teneurs en phosphates due aux détergents, eau usée, et l'augmentation de la température. Il est important à signaler que *Alexandrium sp* est une espece toxique qui affectionne plus particulièrement les eaux chaudes mais également tempérées et son introduction possible dans les baies et les estuaires (Nezan et al., 1997)

Pour la station 05, on a enregistré la présence de plusieurs genres, dont le plus important est *Lingulodinium*.(figure 14)

B- Densité cellulaire de genres diatomées dans chaque station

Par ailleurs, sur la (Figure 16) on peut observer pour les diatomées, une dominance du genre *Coscinodiscus* pour les stations 02, 04 et 05, et *Chaetoceros* pour la station 01.

Par contre, on remarque plusieurs genres qui apparaissent avec une codominance des genres *Coscinodiscus* et *navicula* pour la station 03, et *Coscinodiscus* et *thalassiosira* pour la station 06.(figure 15)

BOUKHATA et OURTI, 2013 montrent qu'il n'y a pas de dominance d'un genre par rapport aux autres chez les Dinoflagellés et les Diatomées dans la baie de Bou-Ismaïl.

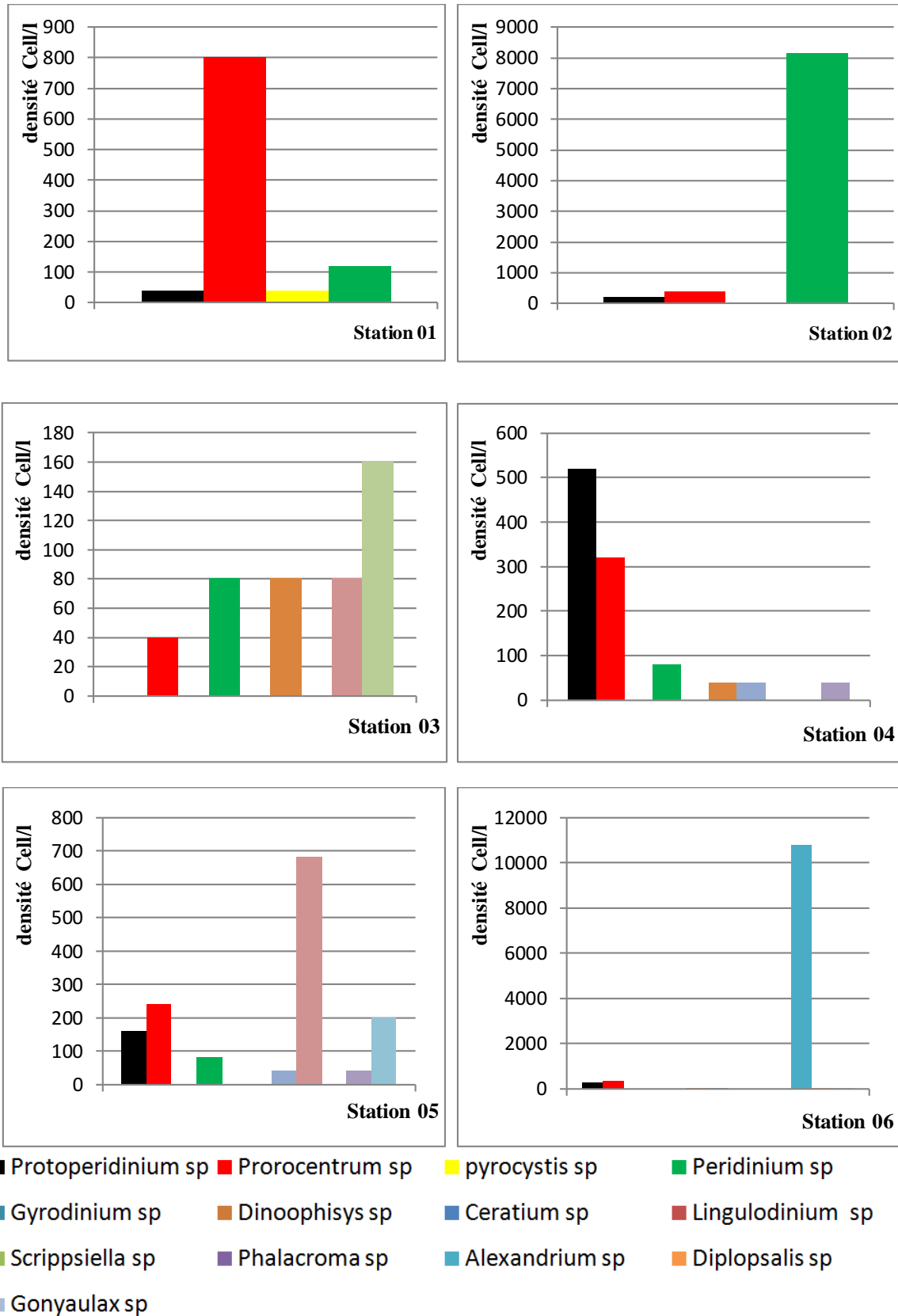


Figure 14: la densité cellulaire des différents genres des dinoflagellés dans chaque station

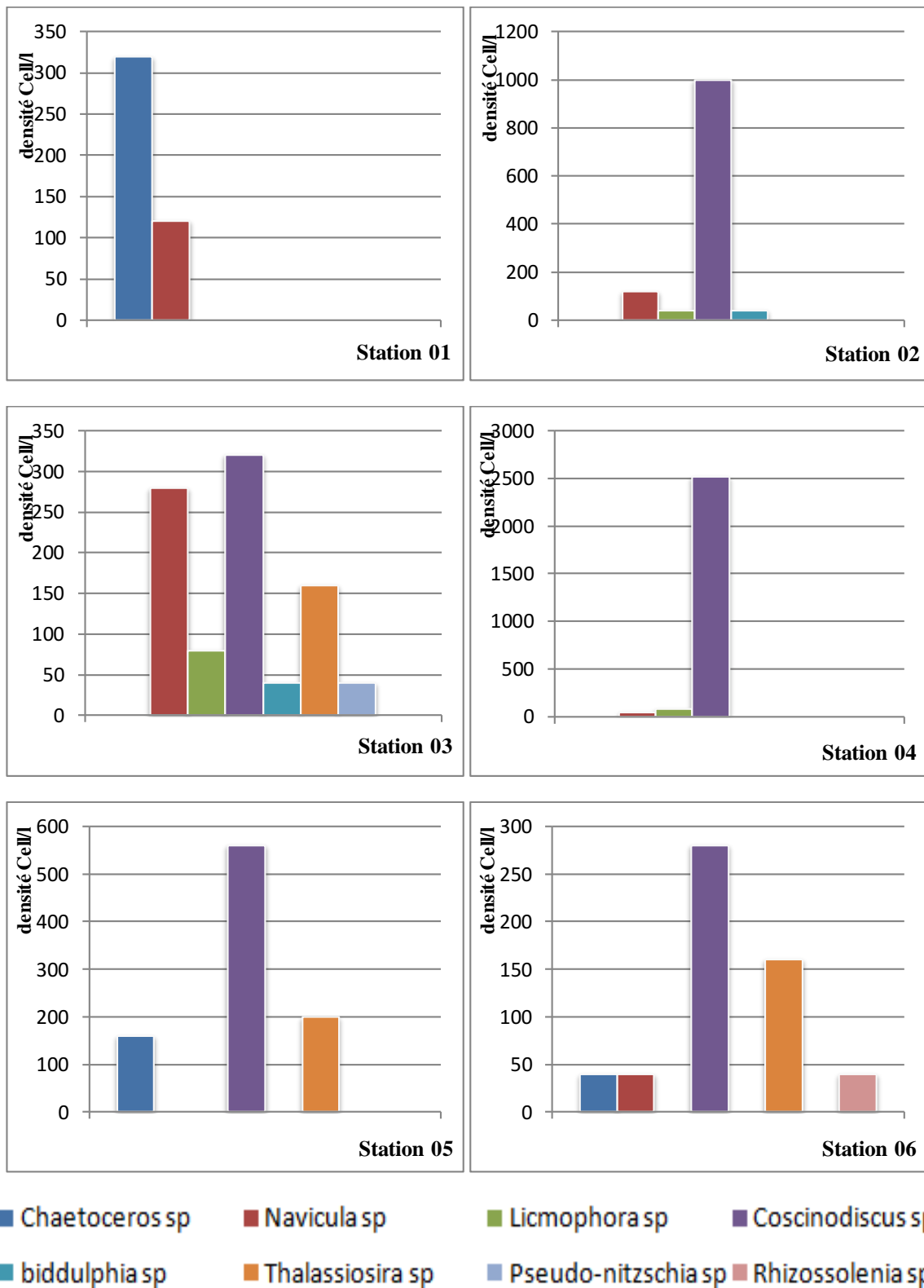


Figure 15: la densité cellulaire des différents genres des diatomées dans chaque station

IV-3-3- Variation spatiale de la richesse spécifique

Sur cette partie, on s'est intéressé à la description de la variation de la richesse spécifique du phytoplancton au niveau de toutes les stations (Figure 16). Sur l'échantillon totale 23 genres ont été identifiés pendant toute la période d'étude, on a constaté une stabilité relative du nombre de genre par station. Né en moins, la richesse spécifique observée au niveau de la station 01 est moins importante qu'au niveau des autres stations, la station 01 est en mer ouverte et or de la baie d'Alger qui peuvent être une zone pauvre.

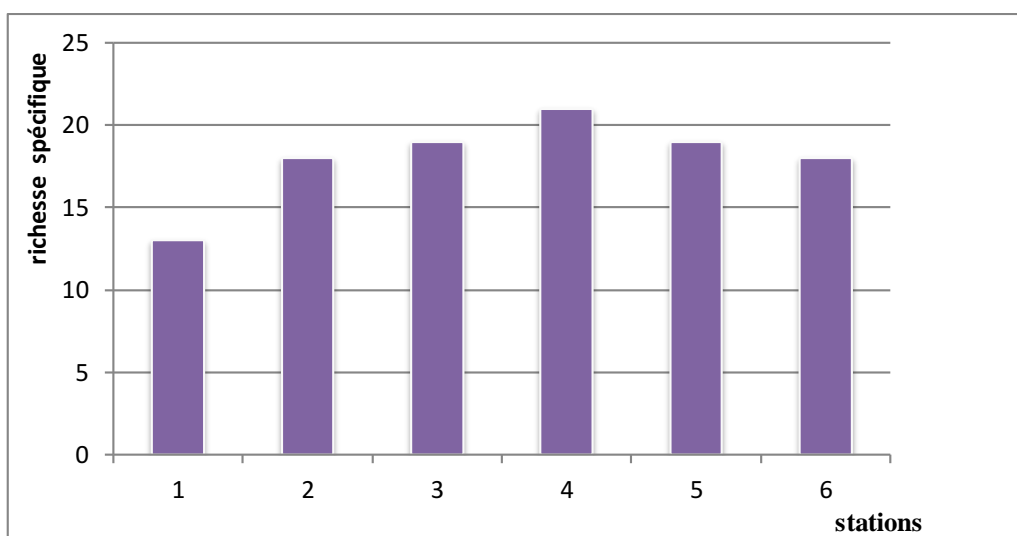


Figure 16: Evaluation de la richesse spécifique au niveau des différentes stations.

IV-3-4- Analyse de la richesse spécifique

La comparaison de la variation du nombre d'espèces qui concerne exclusivement les Diatomées et les Dinoflagellés dans notre étude, révèle des fluctuations importantes constatées par une plus grande diversité d'espèces chez les Dinoflagellés par rapport à celle des Diatomées sur toutes les stations sauf la station 1 (Figure 17).

BOUKHATA et OURTI, 2013 ont trouvées une plus grande diversité d'espèces chez les Diatomées par rapport aux Dinoflagellés.

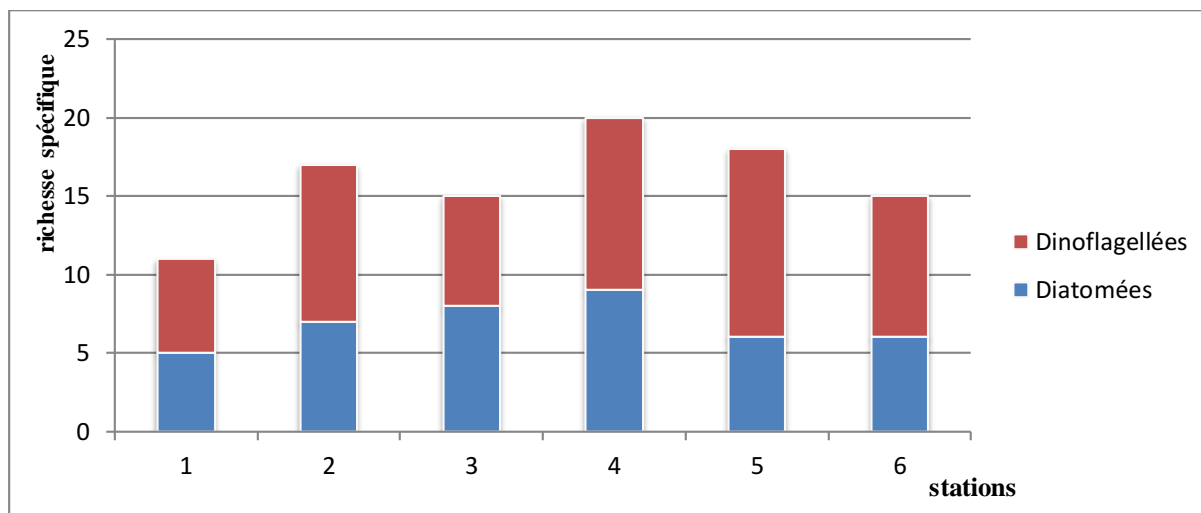


Figure 17: Evaluation de la richesse spécifique (Diatomées-Dinoflagellés) au niveau des différentes stations.

➤ **Indice de Shannon et indice de Simpson**

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon H des six stations, donne des valeurs comprises entre 0,16 et 0,69.

Les valeurs maximales sont au niveau des stations 02, 04, et 06 avec 0.57, 0.31 et 0.58 respectivement, qui peuvent être considérées comme éloignées des valeurs optimales $\log(s)$ (voir page 18), qui sont de 1,25, 1,32 et 1,25 bit/ind. Ceci peut être expliqué par la dominance relative d'une espèce qui est *Peridinium sp* avec 57,17% d'abondance relative dans la station 02, *Coscinodiscus sp* avec 40,32% d'abondance dans la station 04 et *Alexandrium sp* avec 56,01% dans la station 06, par rapport à la population phytoplanctonique totale dans toutes les stations . Ceci est confirmé par l'indice de Simpson qui prend la valeur de 0,459, 0,235 et 0,454 largement supérieure à zéro.

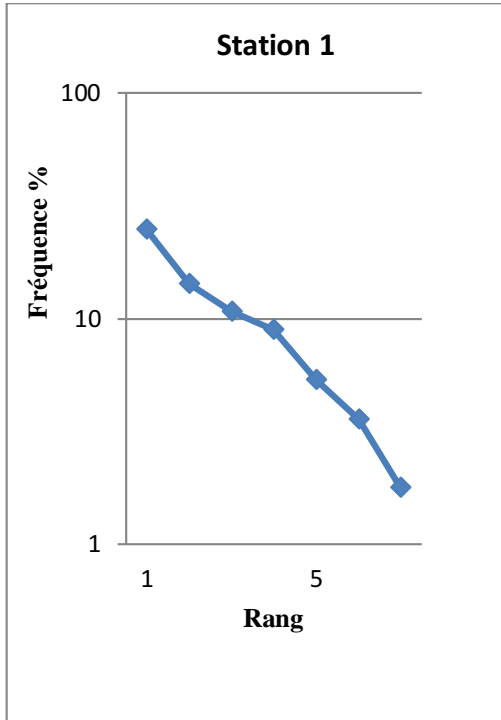
Station	Indice de Shannon H'	Log(S)	Indice de Simpson L	Espèces dominantes en Pourcentage
1	0.199	1.112	0.107	Prorocentrum micans (25%)
2	0.576	1.253	0.355	Peridinium sp (57.5%)
3	0.161	1.271	0.085	Scenedesmus sp (21.32%)
4	0.310	1.328	0.188	Coscinodiscus sp (34.83%)
5	0.169	1.253	0.093	Lingulodinium sp (17.95%)
6	0.581	1.271	0.359	Alexandrium sp (56.02%)

Tableau 3: Variations des indices de Shannon (H') et de Simpson (L) et espèces dominantes en pourcentage, dans les différentes stations.

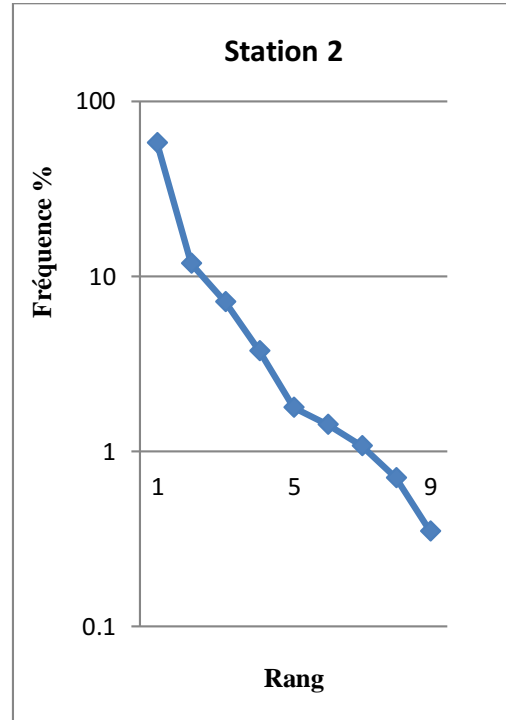
- **Diagrammes Rang-Fréquence**

La comparaison des diagrammes rang-fréquence mensuels obtenus pour les stations d'étude permet de les situer par rapport aux trois stades de Frontier (1976) (Figure 18). L'évolution de la communauté phytoplanctonique du stade 01 au stade 03 au niveau des six stations d'étude, apparaît comme un processus qui débute avec l'apparition d'espèces pionnières, à chaque démarrage d'une succession. En effet, le compartiment phytoplanctonique se caractérise par une importante diversité, des taux de croissance variables et des réponses rapides aux changements environnementaux (Cloern, 2001). Certaines espèces sont capables de se diviser plusieurs fois par jour, en particulier, les efflorescences phytoplanctoniques sont des événements de production rapide et d'accumulation de biomasse qui sont des réponses aux changements provenant de l'écosystème (Furnas, 1991).

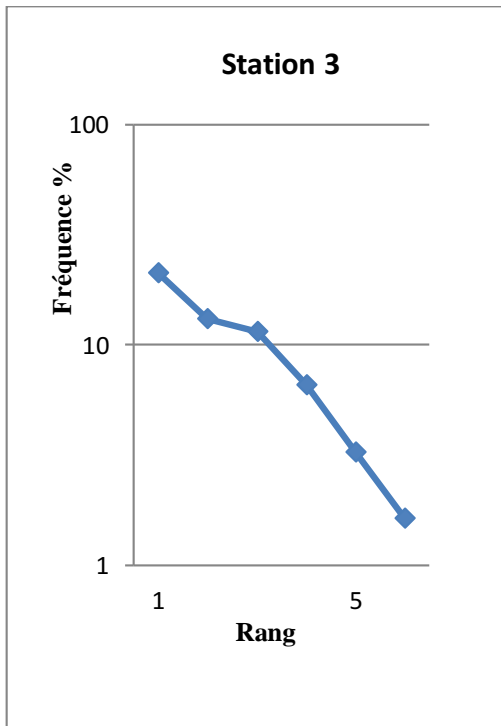
Le suivi des stades d'évolution de la communauté phytoplanctonique au niveau des six stations, a permis de mettre en évidence des communautés pionnières qui apparaissent à chaque fois dans les stations 02, 04 et 06. Les diagrammes ont un aspect biphasique typique d'un stade 1, donc d'un début de succession caractérisée par la dominance du *Peridinium*, *Coscinodiscus* et *Alexandrium*, en suite on retrouve un stade intermédiaire 1' plus ou moins proche du stade 2 dans les stations 01 et 03 engendré par *Prorocentrum*, *Scenedesmus*, en effet on a un stade 2 dans la station 05 avec un diagramme rang-fréquence caractérisant les peuplements relativement structurés, qui montrent une dominance de trois espèces, dont les fréquences sont supérieures à 10%, *Coscinodiscus sp*, *Thalassiosira sp*, *Lingulodinium sp*.



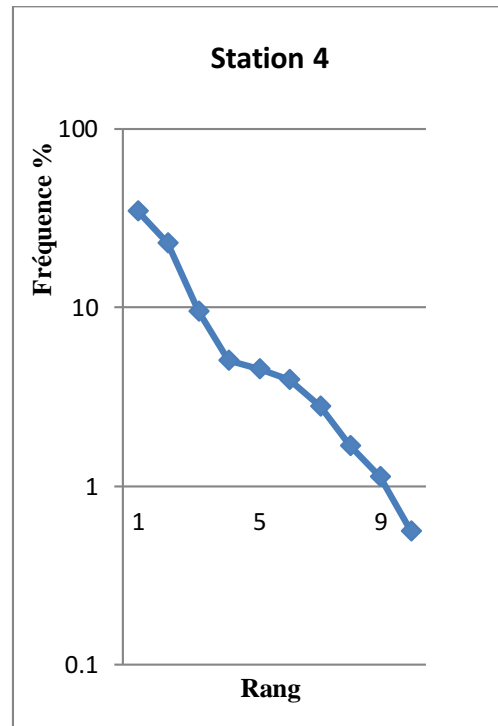
stade 1'



stade 1



stade 1'



stade 1

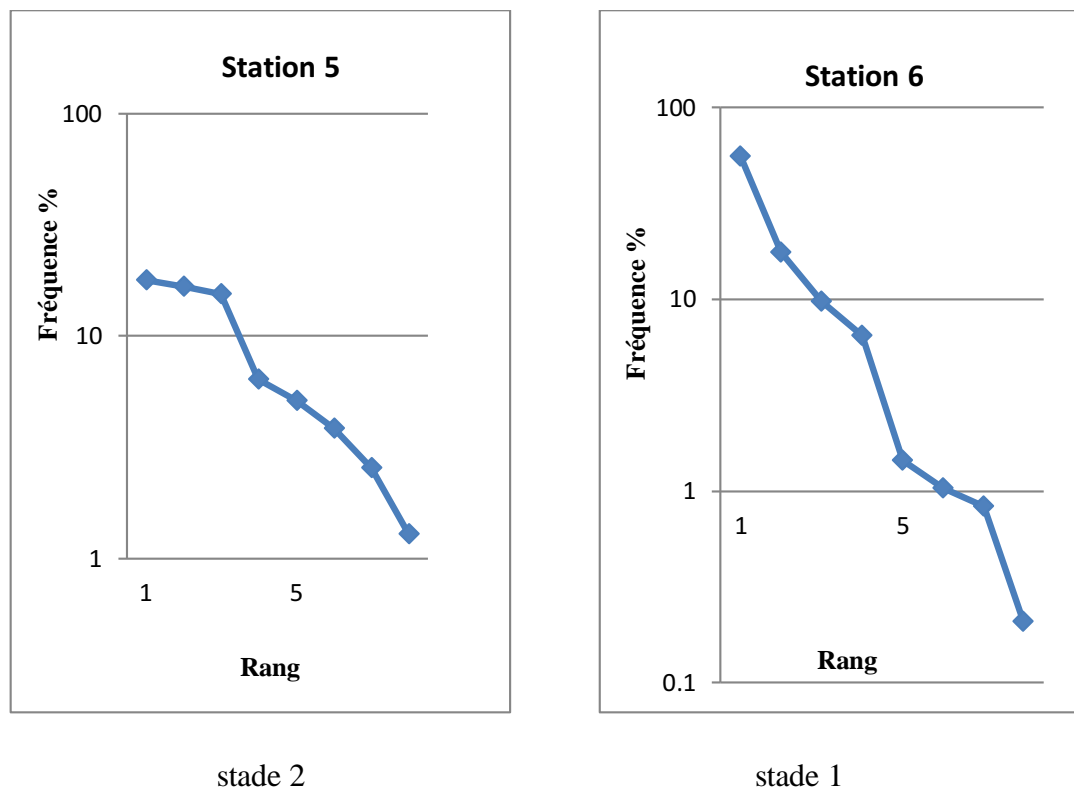


Figure 18: Diagrammes rangs-Fréquences de toutes les stations.

IV-4- Espèces potentiellement nocives rencontrées

- **Les dinoflagellés**

Au cours de notre étude Plusieurs espèces de dinoflagellés ont été observées. Certaines sont considérées comme toxiques, rendant les coquillages impropres à la consommation pour l'homme ou mortels pour la faune marine.

- *Dinophysis* (50 microns) contient des toxines (DSP : Diarrhetic Shellfish Poisoning) qui s'accumulent dans la chair des coquillages (moules, palourdes, coquilles Saint-Jacques, huîtres...) (Nezan, Piclet, Grossel, 1997).

Ce genre est présent dans les stations suivantes 02, 03, 04 et 06.

- *Alexandrium* (de 20 à 25 microns) produit des toxines paralysantes (PSP : Paralytic Shellfish Poisoning) qui provoquent chez le consommateur de coquillages contaminés une intoxication dont les effets apparaissent en moins de 30 minutes.

Ce genre est présent dans la station 05, et très fréquent au niveau de la station 06.

- *Prorocentrum micans* est une espèce qui vit aussi bien en eau froide qu'en eau tempérée, elle est présente dans toutes les stations avec des densités cellulaires qui

varient de 40 Cell/l au niveau de la station 03 à 3400 Cell/l au niveau de la station 06. Cette espèce peut causer la mortalité de la faune locale par anoxie (Koray, 2004).

- **Les diatomées**

Une diatomée peut, elle aussi, être toxique

- *Pseudo-nitzschia* productrices de toxines de type ASP (Amnesic Shellfish Poisoning), réputée pour produire l'acide domoïque et pour causer l'empoisonnement des consommateurs (les toxines s'accumulent dans la chair des filtreurs).

Ce genre est présent dans les stations 01 et 03 avec une faible densité 80 cell/l.

Conclusion

L'objectif de cette étude était de contribuer à la description et à l'identification des communautés phytoplanctoniques dans la baie d'Alger en juillet 2013.

L'analyse des résultats obtenus à partir de l'étude faite sur le phytoplancton nous permet de conclure ce travail en quelques points essentiels :

1. Faible variation des paramètres physico-chimiques (température, salinité et pH) entre les stations étudiées.
2. Un rapport N/P de (0.69), qui est largement plus faible par rapport à celui de Redfield.
3. Une production phytoplanctonique qui correspond à une densité qui atteint 45200 cellules/l, cette production se traduit, aussi, par un épuisement des nutriments dans le milieu ;
4. Une densité cellulaire des Dinoflagellés supérieure à celle des Diatomées.
5. Une richesse spécifique Dinoflagellés supérieure à celle des diatomées.
6. On a pu déterminer un stade 1, donc un début de succession caractérisée par la dominance d'une ou deux espèces dans les fréquences sont supérieures à 10%. En suite on a enregistré un stade intermédiaire entre 1 et 2 débuts de maturité. Ainsi, nous avons distingué un stade 2, diversité maximale, la population est représentée par un nombre de plus en plus important d'espèces.
7. La présence de quelques espèces toxiques tel que : *Dinophysis sp* cette espèce est présente dans les stations 02, 03 et 04, *Alexandrium sp*, elle est présente dans la station 06 avec une densité cellulaire de 12000 Cell/l. *Prorocentrum micans*, cette est présente dans toutes les stations avec une densité cellulaire de 3400 Cell/l au niveau de la station 06. *Pseudo-nitzschia sp*, ce genre est présent dans les stations 01 et 03 avec une faible densité 80 cell/l.

Enfin, ce travail constitue une contribution à la compréhension du fonctionnement des écosystèmes côtiers, des espèces dans les populations phytoplanctonique et des variations qui peuvent apparaître au cours du temps. En effet, il sera plus intéressant comme perspective de continuer cette étude selon les différentes saisons.

Cette approche est en particulier nécessaire pour une réelle gestion anticipative des événements phytoplanctoniques toxiques ou nuisibles, problématique majeure, notamment dans le cadre des réseaux de surveillance.

Bibliographie

Bibliographie

- AÏT-AMEUR, N. (2007).** Contribution à la quantification du CO₂ anthropique en mer Méditerranée et en mer de Ross. Thèse de doctorat en "Océanologie, Bio-géochimie et Environnement", Université Via Domitia de Perpignan France. 236 p.
- ALVAIN, S. (2005).** Étude de la distribution des principaux groupes de phytoplancton par télédétection satellitaire: Développement de la méthode PHYSAT à partir des données GeP&CO et application à l'archive SEAWIFS entre 1998 et 2004. Thèse de doctorat Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE/IPSL, CEACNRS). 144 p.
- AMBLARD, C. (1987).** Les successions phytoplanctoniques en milieu lacustre. *Ann. Biol.* 26. pp-1-34.
- AMINOT, A ET CHAUSSEPIED, M. (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin CNEXO. 395 p.
- BACHARI HOUMA, F. (2009).** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Thèse de doctorat de l'Université du Val de Marne PARIS XII. 236 p.
- BENFIELD, M.C et al. (2007).** RAPID Research on Automated Plankton Identification. *Oceanography* 20(2). pp - 172- 187.
- BERNARDI -AUBRY F et al. (2004).** Phytoplankton succession in a coastal area of the NW Adriatic, over a 10-year sampling period (1990- 1999). *Cont. Shelf Res.* vol 24 - pp- 97-115.
- BOUGIS, P. (1974).** Ecologie du plancton marin I. Le phytoplancton. Masson et Cie, Paris. 196 p.
- BOUDJENAH, M. (2012).** Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplanctoniques des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger. Mémoire de Magister de l'université de MOSTAGANEM. 86 p.
- BOURELLY, P. (1985).** Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome I: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Paris : Société nouvelle des éditions Boubée. 517 p.

Bibliographie

- BOTES, L. (2003).** Phytoplankton Identification Catalogue. Saldanha Bay, South Africa, April 2001. GloBallast Monograph Series No.7. IMO London. 88 p.
- CARTY, S. (2003).** Dinoflagellates. *In* : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (éds). Academic Press, Paris.702. pp - 685-714.
- CARRADA, G.C. et al. (1980).** Variability in the hydrographic and biological features of the Gulf of Naples., *Mar. Ecol.* **1**. pp - 105-120.
- CLOERN, J.E. (2001).** Our evolving conceptual model of the coastal autrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **210**. pp - 223-253.
- COLLIGNON, J. (1991).** Ecologie et biologie marine : introduction à l'halieutique. Masson, Paris. 298 p.
- CLOUTIER, S. (1984).** Influence de la salinité sur la productivité du phytoplancton du fjord du Saguenay. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi. 81 p.
- CRISE, A et al.1999.** The Mediterranean pelagic ecosystem response to physical forcing. *Prog. Oceanogr.*, 44 (1-3). pp- 219-243.
- CULVERHOUSE, P. F et al. (2003).** "Do experts make mistakes? A comparison of human and machine identification of dinoflagellates." *Marine Ecology-Progress Series.*247. pp -17-25.
- DUSSART, B. (1966).** Limnologie : l'étude des continentales. Ed Gauthier Villars, Paris. 667 p.
- ETTL, H. (1978).** Xanthophyceae. Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. 548 p.
- FINKEL, Z.V et al. (2004).** Ressource limitation alter the $\frac{3}{4}$ size scaling of metabolic rates of phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **273**. pp- 269-279.
- FRONTIER, S. (1969).** Méthode d'analyse faunistique rapide du zooplancton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **3**, pp - 18-26.

Bibliographie

FRONTIER, S. (1976). Utilisation des diagrammes rangs-fréquences dans l'analyse des écosystèmes. *J. Rech. Oceanogr.*, **1**. pp - 35-47.

FURNAS, M.J. (1991). Net in situ growth rates of phytoplankton in an oligotrophic, tropical shelf ecosystem. *Limnol. Oceanogr.*, **36**. pp- 13-29.

GAILHARD, I. (2003). Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales côtières observées par le “réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines” (REPHY). Thèse de Doctorat, Université de la Méditerranée, Aix-Marseille II. 187 p.

GERMAIN, H. (1981). Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris. 444 p.

GIACOMINI, V et al (1984). La nature : mers et côtes la faune des rivages. Volume 3, Paris. 225 p.

HALIM, Y. (1990). “On the potential migration of Indo-Pacific plankton through the Suez Canal”. *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*. **7**. pp - 11–27.

HEBADA, L et MEGDOUD C. (2005). Contribution a l'étude qualitative et quantitative des peuplements phytoplanctoniques et des Ciliés dans deux stations situées à Tamenfoust. Mémoire d'ingénieur, spécialité : aquaculture, USTHB, Algérie. 36 p.

HENRY, M.T et BEAUDRY, J. (1992). Chimie des eaux, Ed le Griffon d'Argenteuil in Canada. 537 p.

HOCH, T (1998). Modelling pelagic food web and primary production in the English Channel. In: Chrdy P (ed) Symposium on the National Coastal Oceanography Program PNOC (programme National d'Océanographie Côtier)-Colloque “Les journées du PNOC”. Paris-France Elsevier. pp- 871-885.

JACQUES, G. (1968). Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls sur Mer (Golfe du Lion). III – Diatomées et Dinoflagellés de juin 1965 à juin 1968. *Vie et Milieu* . **20**. pp- 91-126.

JAMET, J.L et al (2005). Plankton succession and assemblage structure in two neighbouring littoral ecosystems in the north-west Mediterranean Sea. *Mar. Freshw. Res.*, **56**. pp- 69-83.

Bibliographie

- JOHN, D.M. (1994).** Alternation of generations in algae: its complexity, maintenance and evolution. *Bio. Rev.*, **69**. pp- 275-291.
- Kimor B., 1983.** « Distinctive features of the phytoplankton of the eastern Mediterranean”. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris.* 50. pp- 97–106.
- KHATTABI, H. (2002).** Intérêts de l'études des paramètres hydrogéologiques et hydobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats d'ordures ménagères d'Etueffont (Belfort, France). Thèse de doctorat 3^{ème} cycle. 256 p.
- KORAY, T. (2004).** Potentially Toxic and Harmful Phytoplankton Species along the Coast of the Turkish seas .in *Harmful Algae 2002* .K.A., J.H. Landsberg, C.R. Tomas, and G.A. Vargo (Eds.).Florida fish and wildlife Conservation Commission ,Florida Institute of Oceanography and IOC of UNESCO. 141p.
- KROM, M.D. (1991).** Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.*, 36. pp-424-432.
- KUGRENS, P et CLAY, B.L. (2003).** Cryptomonads. *In : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification.* Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press. Paris. 219 p.
- LECLAIRE, L. (1972)** La sédimentation holocène sur le versant Méridional du bassin Algéro-Baléares (Précontinent Algérien). Tome XXIV. Edition de Muséum, Paris, France. 391 p.
- LEVITUS, S. (2001).** Anthropogenic warming of Earth's climate system. *Science.* 292. pp-267-270.
- LEVITUS, S et al. (2005).** Warming of the world ocean, 1955-2003. *Geoph. Res. Lett.* 149 p.
- LUND, J.W.G et al. (1958).** The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiol.* pp-143-170.
- MADI, F. (2009).** Apport du système d'information géographique (SIG) pour la modélisation de la couleur des eaux marines. (Cas : la baie d'Alger), *Mémoire d'ingénieure*, ENSSMAL. 82 p .

Bibliographie

MARGALEF, R. (1985). “Environmental control of the mesoscale distribution of primary producers and its bearing to primary production in the western Mediterranean”. Mediterranean Marine Ecosystems. NATO Conference Series. Vol. 8. Plenum Press, London. pp-213–230.

NEZAN, E et al (1997). Guide pratique a l’usage des analystes du Reseau National de Surveillance du phytoplancton, Edition, Ifremer France. 31 p.

NGANSOUMANA, B.A. (2006). La communauté phytoplanctonique du lac de guiers (Sénégal) : types d’associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse de Doctorat de 3e Cycle. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal). 135 p.

PEPERZAK, L et al. (2003). Phytoplankton sinking rates in the Rhine region of fresh water influence. J. Plankton. Res. 25. pp-365-383.

POURRIOT, R et MEYBECK, M. (1995). Limnologie générale, Masson, Paris. 956 p.

PRESCOTT, L.M et al. (2003). Microbiologie, 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles. 1137 p.

POTELLON, J.L et al. (1998). Le guide des analyses de l’eau potable, Ed de la lethe du cadre territorial, p. 81-117.

Rapport **IFREMER DEL/EC/01.02 - janvier (2001)**, L’eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France. 64p.

REDFIELD, A.C et al. (1963), The influence of organisms on the composition of sea water. In the sea. Vol 2, Edited by .M.N.HILL. Intersciences. New York. pp-26-77.

ROSSI, N. (2008). Ecologie des communautés planctoniques méditerranéennes et étude des métaux lourds (Cuivre, Plomb, Cadmium) dans différents compartiments de deux écosystèmes côtiers (Toulon, France). Thèse de doctorat. Université du sud Toulon-Var . 201 p.

RODIER, J. (1996). L’analyse de l’eau : eaux naturelles, eaux résiduelles et eaux de mer 8^{ème} Ed Dunod, Paris.1383 p.

Bibliographie

- ROLLAND, A. (2009).** Dynamique et diversité du phytoplancton dans le réservoir marne (bassin versant de la seine). Thèse de doctorat. Université de Savoie Ecole Doctorale SISEO. 241 p.
- SMAYDA, T.J et REYNOLDS, C.S. (2001).** Community assembly in marine phytoplankton: application of recent models to harmful dinoflagellate blooms. *J. Plankton Res.*, 23. pp-447-461.
- SOMMER, U et al. (1986).** The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Arch. Hydrobiol.*, 106. pp-433-471.
- TAOUDIAT, S. (2009),** Hydrologie et sels nutritif dans les eaux de la baie d'Alger.Memoire d'ingénieur en science de la mer, 55 p.
- TRAVERS, M. (1971).** Diversité du phytoplancton du golfe de Marseille en 1964. *Mar. Biol.* 8 (4). pp-308-343.
- TREGOUBOFF, G et ROSE, M. (1957).** Manuel de planctonologie méditerranéenne. -Paris, C.N.R.S.(texte). 587 p.
- TREGOUBOFF, G et ROSE, M. (1978A).** Manuel de planctonologie méditerranéenne. Tome1, Centre National de la Recherche Scientifique. 587 p.
- TREGOUBOFF, G et ROSE, M. (1978B).** Manuel d planctonologie méditerranéenne Tome 2, Centre National de la Recherche Scientifique. 207 p.
- TOUAHRIA, T. (1999).** Etude de la biomasse, de la composition et de la structure des peuplements phytoplanctonique de l amer d'Alboran Est. *Thèse de Magister*, FSB-USTHB. 200 p.
- VEGTER, F et DE-VISSCHER, PR. (1987).** Nutrients and phytoplankton primary production in the marine tidal Oosterschelde estuary (The Netherlands). *Hydrobioll Bull.* 21. pp-149-158.
- WAFAR, M.V.M et al. (1983).** Nutrients and primary production in permanently wellmixed temperate coastal waters. *Estu. Coa. Shelf Sci.*17. pp-431-446.

Bibliographie

WETZEL, R.G. (2001). *Limnology : Lake and River Ecosystems.* 3rd Edition. Academic Press, London. 829 p.

Annexes

Annexe 1: Tableau des taxa identifiés

Stations	Groupes	Genres	Especies
01	Dinoflagellées	Protoperidinium	<i>Protoperidinium depressum</i>
		Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
			<i>Prorocentrum sp</i>
		Pyrocystis	<i>pyrocystis sp</i>
		Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
	Diatomées	Navicula	<i>Navicula sp</i>
		Chaetoceros	<i>Chaetoceros sp</i>
		Pseudo-nitzschia	<i>Pseudo-nitzschia sp</i>
	Coccolithophoridées		<i>sp</i>
	Chlorophycées	Scenedesmus	<i>Scenedesmus sp</i>
Pediastrum		<i>Pediastrum sp</i>	
02	Dinoflagellées	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
			<i>Peridinium excentricum</i>
		Gyrodinium	<i>Gyrodinium sp</i>
		Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
		Dinophisys sp	<i>Dinophisys sp</i>
		Ceratium furca	<i>Ceratium furca</i>
		Protoperidinium	<i>Protoperidinium sp</i>
	<i>Protoperidinium diabolium</i>		
	<i>Protoperidinium steinii</i>		
		Licmophora	<i>Licmophora sp</i>
Coscinodiscus		<i>Coscinodiscus sp</i>	

	Diatomées	biddulphia	<i>biddulphia sp</i>
		Navicula sp	<i>Navicula sp</i>
	Coccolithophoridées		<i>sp</i>
	Chlorophycées	Scenedesmus	<i>Scenedesmus sp</i>
03	Dinoflagellées	Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
		Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
		Dinophysis	<i>Dinophysis sp</i>
		Scrippsiella	<i>Scrippsiella trochoidea</i>
		Lingulodinium	<i>Lingulodinium sp</i>
	Diatomées	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
		Thalassiosira	<i>Thalassiosira sp</i>
		Licmophora	<i>Licmophora sp</i>
		Navicula	<i>Navicula Sp</i>
		Pseudo-nitzschia	<i>Pseudo-nitzschia sp</i>
		Biddulphia sp	<i>Biddulphia sp</i>
	Coccolithophoridées		<i>sp</i>
	Chlorophycées	Scenedesmus	<i>Scenedesmus sp</i>
		Pediastrum sp	<i>Pediastrum sp</i>
04	Dinoflagellées	Dinophysis	<i>Dinophysis sp</i>
		Phalacroma	<i>Phalacroma sp</i>
		Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
		Prorocentrum	<i>Prorocentrum sp</i>
			<i>Prorocentrum micans</i>
		Protoperidinium	<i>Protoperidinium sp</i>
		Ceratium sp	<i>Ceratium sp</i>

	Diatomées	Licmophora	<i>Licmophora sp</i>
		Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
		Navicula	<i>Navicula sp</i>
	Coccolithophoridées		<i>sp</i>
	Chlorophycées	Scenedesmus	<i>Scenedesmus sp</i>
05	Dinoflagellées	Alexandrium	<i>Alexandrium sp</i>
		Prorocentrum	<i>Prorocentrum micans</i>
			<i>Prorocentrum sp</i>
		Protopteridinium	<i>Protopteridinium pyriforme</i>
		Peridinium	<i>Peridinium sp</i>
		Lingulodinium	<i>Lingulodinium polyedra</i>
			<i>Lingulodinium sp</i>
		Ceratium furca	<i>Ceratium furca</i>
	phalacroma	<i>phalacroma sp</i>	
	Diatomées	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
		chaetoceros	<i>chaetoceros sp</i>
		Thalassiosira	<i>Thalassiosira sp</i>
	Coccolithophoridées		<i>sp</i>
	Chlorophycées	/	/
	06	Dinoflagellées	Prorocentrum
Alexandrium			<i>Alexandrium sp</i>
protopteridinium			<i>Protopteridinium steinii</i>
			<i>Protopteridinium cerasus</i>
Peridinium			<i>Peridinium sp</i>
Ceratium			<i>Ceratium sp</i>
Dinophisys			<i>Dinophisys sp</i>

		Gonyaulax	<i>Gonyaulax sp</i>
		Diplopsalis	<i>Diplopsalis lenticula</i>
Diatomées		Navicula sp	<i>Navicula sp</i>
		Chaetoceros	<i>Chaetoceros sp</i>
		Rhizossolenia	<i>Rhizossolenia sp</i>
		Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
		thalassiosira	<i>Thalassiosira sp</i>
Coccolithophoridées			<i>sp</i>
Chlorophycées	Scenedesmus		<i>Scenedesmus sp</i>

Annexe 2: Tableau de quelque taxa identifiés



Ceratium furca (Dinoflagellés)



Dinophysis sp (Dinoflagellés)



Prorocentrum micans (Dinoflagellés)



Protoperdinium cerasus (Dinoflagellés)



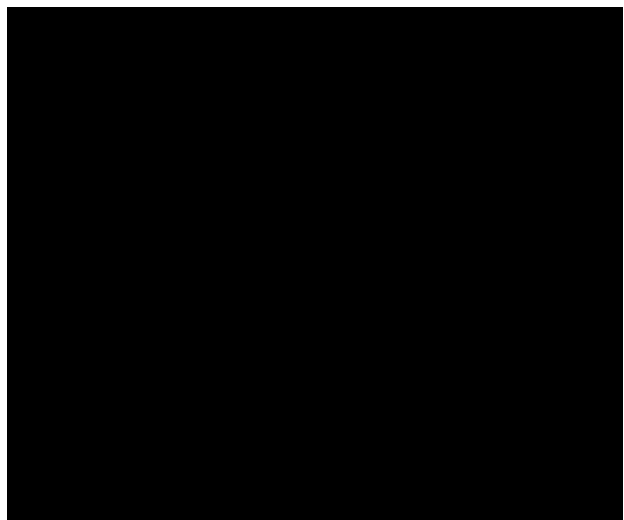
(Dinoflagellés)



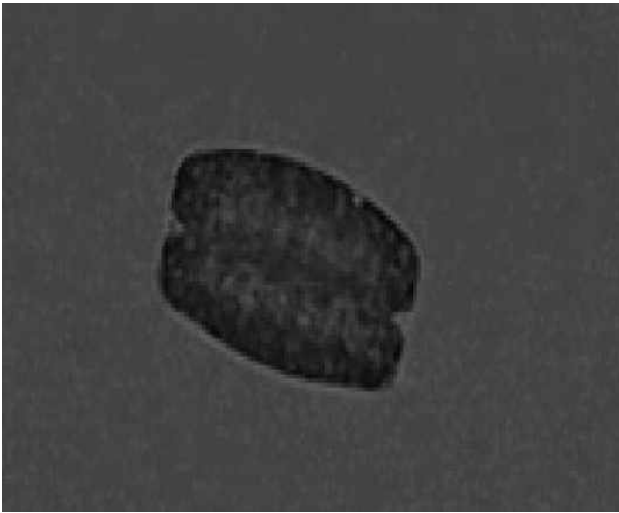
Navicula sp (Dinoflagellés)



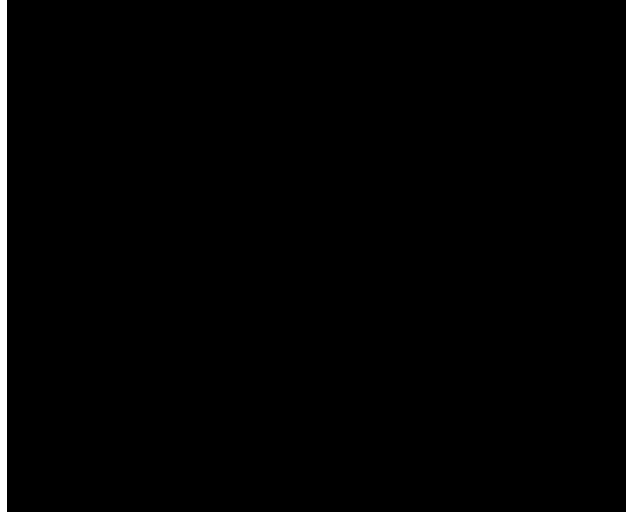
Chaetoceros sp (Diatomées)



Coscinodiscus sp (Diatomées)



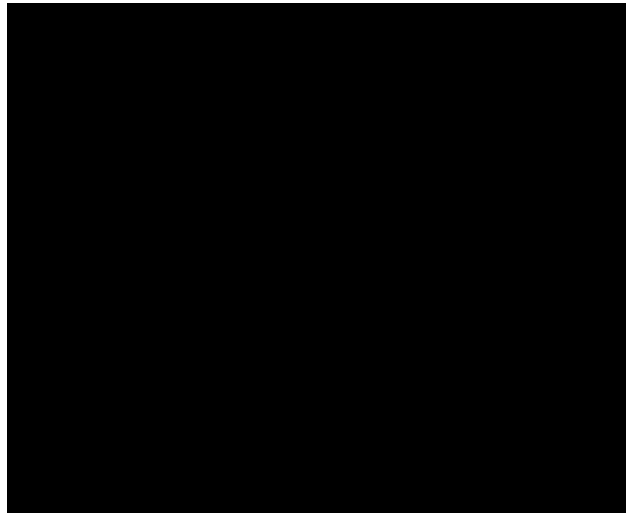
Thalassiosira sp (Diatomées)



Pseudo-nitzshia sp (Diatomées)



Scenedesmus sp (chlorophycées)



Rhizosolenia sp (Diatomées)

Résumé

Le but principal de cette étude est de contribuer à l'évaluation quantitative et qualitative de le premier maillon de la chaîne alimentaire, afin d'explorer la diversité de la communauté phytoplanctonique au niveau de six stations dans la baie d'Alger en juillet 2013.

L'ensemble des paramètres physico-chimiques (la salinité, le pH et la température), ont montré une faible variation entre les stations étudiées. Le rapport Nitrates-phosphates de la baie d'Alger est très faible par rapport à celui de Redfield, ceci suppose un enrichissement des eaux en phosphate.

Au cours de notre étude, un total de 23 genres et espèces ont été identifiées, nos résultats montrent que la richesse spécifique importante dans toutes les stations, sauf pour la station qui se trouvent en mer ouverte. Les Dinoflagellés représentent plus de 65.73% de la communauté phytoplanctonique. Suivi par les Diatomées avec une proportion de 22.5 % puis les Coccolithophoridées avec 10.2 %, et en dernier les chlorophycées avec une proportion de 1.83%.

La comparaison des diagrammes rang-fréquence mensuels du phytoplancton identifié dans les stations étudiées, a permis de mettre en évidence des communautés pionnières qui apparaissent à chaque fois au stade 1, donc un début de succession caractérisée par des espèces engendrant dans les stations 02, 04 et 06, qui sont dans la majorité des cas des Dinoflagellés sauf pour la station 04 engendrée par des espèces de diatomées. En effet, on a pu distinguer un stade intermédiaire au niveau des stations 01 et 03, et un stade 2 début de maturité dans la station 05.

Aussi, durant notre étude Plusieurs espèces de dinoflagellés ont été observées. Certaines sont considérées comme toxiques, rendant les coquillages impropres à la consommation pour l'homme ou mortels pour la faune marine tel que :

Alexandrium sp elle est présente dans la station 06 avec une densité cellulaire de 10800 Cell/l, cette espèce produit des toxines paralysantes (PSP : Paralytic Shellfish Poisoning).

Prorocentrum micans, elle est présente dans toutes les stations avec une densité cellulaire de 3400 Cell/l au niveau de la station 06, *Prorocentrum micans* peut causer la mortalité de la faune locale par anoxie (Koray, 2004).

Dinophysis sp qui contient des toxines (DSP : Diarrhetic Shellfish Poisoning). On a rencontré une espèce toxique de diatomées,

Pseudo-nitzschia, est présent dans les stations 01 et 03 avec une faible densité 80 cell/l. Ce genre réputé pour produire l'acide domoïque et pour causer l'empoisonnement des consommateurs.

Mots clefs : Diversité ; phytoplancton ; richesse spécifique ; succession ; toxique